

INSTITUTO FEDERAL  
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
Bahia



ORGANIZADORAS:  
JULIANA SILVESTRE SILVA  
MARIANA BARAUNA BACELAR BISPO  
TAIARA AGUIAR CAIRES

**Novo Coronavírus:  
O que a Ciência pode te ensinar sobre ele**



**EDITORA DO IFBA – EDIFBA**

Luzia Matos Mota

**Reitora**

Ivanildo Antônio dos Santos

**Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação**

Andréia Santos Ribeiro Silva

**Coordenadora Geral**

Zunéia de Jesus Barros Reis

**Assistente de Coordenação**

Carmen Asfora e Silva Freire

**Secretária Executiva**

**Conselho Editorial**

**Titulares**

Celso Eduardo Brito

Deise Danielle Neves Dias Piau

Durval de Almeida Souza

Fabício Menezes Ramos

Guillermo Alberto Lopez

Jeferson Gabriel da Encarnação Coutinho

Manoel Nunes Cavalcanti Junior

Mariana Rocha Santos Costa

Tereza Kelly Gomes Carneiro

**Suplentes**

Adriana Vieira dos Santos

Catarina Ferreira Silveira

Eliana Evangelista Batista

Flávio de Ligório Silva

Maurício Andrade Nascimento

Valter de Carvalho Dias

INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA

ORGANIZADORAS

Juliana Silvestre Silva

Mariana Barauna Bacelar Bispo

Taiara Aguiar Caires

**Novo Coronavírus:  
O que a Ciência pode te ensinar sobre ele**

SALVADOR

2022

©2021, Direitos desta edição cedidos à EDIFBA.

CAPA

Leomir Costa de Oliveira

REVISÃO

Samile Damasceno dos Santos

PROJETO GRÁFICO

Simone de Paula Lopes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas SIB-IFBA

I123n Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Diretoria de Extensão e Relações Comunitárias.

Novo Coronavírus: o que a Ciência pode te ensinar sobre ele /Juliana Silvestre Silva; Mariana Barauna Bacelar Bispo e Taiara Aguiar Caires. (Orgs.). - Salvador: EDIFBA, 2022.

352p. : il.

ISBN: 978-65-88985-13-7

1. Ciência. 2. Novo Coronavírus. 3. SARS-CoV-2. 4. Comunidade.  
I. IFBA. II. Diretoria de Extensão e Relações Comunitárias. III. EDIFBA.

CDU: 616.9

Elaboração da ficha catalográfica pelo SIB-IFBA  
Andréia Ribeiro - CRB-5/1466 e Rita Fonseca CRB-5/1474  
Editora Filiada à

## SOBRE AS ORGANIZADORAS

### **Juliana Silvestre Silva**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), com mestrado e doutorado em Botânica pela Universidade de Brasília (UnB) e especialização em Docência em Biologia pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Atua como docente no Ensino Superior e como Bióloga em serviços de consultoria ambiental, com levantamento da flora para empresas privadas e órgãos públicos. Foi docente substituta de Biologia (período 2019-2021) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *campus* Salvador, lotada no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTS-Bio). Atualmente integra o Grupo de Pesquisa Ambiente, Sustentabilidade e Paisagem (GASP) na Universidade do Estado da Bahia (UNEB, *campus* XI – Serrinha/BA) e é docente substituta na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Há cinco anos é mãe do Benjamim. E-mail: [julay\\_silvestre@yahoo.com.br](mailto:julay_silvestre@yahoo.com.br).

### **Mariana Barauna Bacelar Bispo**

Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado) pelo Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE) com especialização em Gerenciamento dos Recursos Hídricos pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Atuou na Educação Básica nas Redes Estadual e Particular ministrando aulas para o Ensino Fundamental II, Ensino Médio e nos níveis II e III da Educação de Jovens e Adultos; e na Educação Técnica em cursos da Aprendizagem Industrial Básica (áreas de Tecnologia da Informação e Petróleo & Gás) em conjunto com o curso de Telecomunicações pelo Sistema FIEB/SENAI-BA e cursos da área da Saúde. Atuou como docente substituta de Biologia (período 2019-2021) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *campus* Salvador, estando lotada no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTSBio). Atualmente é docente em curso técnico na área da Saúde e pós-graduanda na UniFTC Salvador. E-mail: [marianabarauna@yahoo.com.br](mailto:marianabarauna@yahoo.com.br).

### **Taiara Aguiar Caires**

Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), com mestrado e doutorado em Ciências/Botânica pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). É professora colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Botânica da UEFS e integra o projeto de extensão para divulgação científica “Algas por Elas” da Universidade Federal do ABC (UFABC). Atuou como docente substituta de Biologia (período 2018-2020) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *campus* Salvador, estando lotada no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTSBio). Presta serviços de consultoria ambiental para empresas privadas e órgãos públicos e, atualmente, é docente substituta na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e na Universidade do Estado da Bahia (UNEB, *campus* XXIV – Xique-Xique/BA). E-mail: [taiaracaires@gmail.com](mailto:taiaracaires@gmail.com).

## PRÓLOGO

Um dos grandes desafios da atual pandemia da COVID-19, causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), é levar dados confiáveis ao público sobre esta doença e como preveni-la. Informações erradas e distorcidas foram rapidamente compartilhadas e a divulgação científica se fez ainda mais necessária. Nesse contexto, a proposta de criação de um curso que abordasse o tema da pandemia, de maneira informal e acessível, surgiu na tentativa de frear a curva crescente da infecção e da desinformação.

Tendo por objetivos fornecer conhecimento de forma simples e educativa, aperfeiçoar o entendimento do assunto, desmistificar teorias errôneas e combater o negacionismo disseminado na população, submetemos a proposta de um curso de extensão *on line* e gratuito, organizado em duas edições e intitulado “Novo Coronavírus: o que a Ciência pode te ensinar sobre ele”, ao edital nº 01/2020 da Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *Campus* Salvador (IFBA Salvador). Este edital direcionou-se de forma específica a ações de extensão estratégicas e emergenciais para o enfrentamento e difusão de informações referentes à COVID-19. A equipe executora contou conosco, professoras substitutas de Biologia do IFBA Salvador, lotadas no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTSBio), e quatro discentes do curso técnico integrado em Mecânica do mesmo campus: Anna Catharina Nascimento, Bruna Mota, Letícia Marques e Marcos Thailan Rios.

As duas edições do curso de extensão somaram 80 horas de atividades síncronas e assíncronas e ocorreram no segundo semestre de 2020, buscando atender as comunidades interna e externa do IFBA. O curso teve amplo alcance, com cursistas representantes das cinco regiões geográficas brasileiras. As ações síncronas contaram com palestras e mesas-redondas ministradas por profissionais especialistas das áreas de humanas, exatas e biológicas, oriundos de diferentes instituições de ensino e pesquisa do Brasil e de Portugal.

Era inexistente a pretensão de organizar um livro, entretanto, após sugestão do palestrante da primeira edição do curso, Dr. Bruno Leonardo G. e Castro (UNEB) – a quem de antemão agradecemos – passamos a considerar esta possibilidade, principalmente, devido ao alto nível de conhecimento científico que foi transmitido durante o evento, à riqueza dos debates síncronos e ao *feedback* que recebemos após o término do projeto. Assim, tomamos a decisão de reunir grande parte do conteúdo disponibilizado nas duas edições do curso nesta obra. É importante dizer que este livro não traz apenas os aspectos referentes ao vírus em si e aos impactos causados na saúde humana, mas também às questões sociais, comportamentais, educacionais, políticas, econômicas e ambientais que estão envolvidas quando comparadas a pandemias anteriores, bem como os riscos que podem evidenciar a ocorrência de uma próxima. O conteúdo foi organizado em três seções temáticas: Saúde & Meio Ambiente; Aspectos Históricos & Sociogeográficos e Relatos de Experiências.

Por fim, aproveitamos a oportunidade para agradecer a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização dos nossos propósitos: ao IFBA Salvador, a PROEX, a DIREC (Diretoria de Extensão e Relações Comunitárias) e ao DTSBio pelo apoio; aos palestrantes, por confiarem no nosso projeto e estarem conosco nesta empreitada, compartilhando conhecimento com apresentações e debates de alto valor didático-científico; aos cursistas e/ou curiosos que acompanharam e participaram das transmissões em tempo real; aos familiares, amigos e colegas que nos apoiaram, incentivaram e ajudaram na divulgação do curso; aos seguidores das redes sociais do curso que mantêm ativos os nossos princípios e objetivos; aos nossos estagiários, que realizaram um trabalho espetacular em todas as etapas do projeto; e, em especial, aos autores deste livro – palestrantes que aceitaram continuar com a parceria e, sem medir esforços, contribuíram com depoimentos e escrita científica-intelectual que deram corpo a esta obra.

Sem vocês não alcançaríamos este sucesso!

*As organizadoras.*

## DEDICATÓRIA

Dedicamos este livro às vítimas letais da COVID-19, como também aos que se tornaram órfãos de mães, pais, irmãos, avós, companheiros, cônjuges e amigos. Aos filhos que não conheceram seus pais e aos pais que não tiveram tempo de conhecer seus filhos. Esta obra é uma homenagem a uma geração inteira que vivenciou a dor da perda nos mais diversos âmbitos, assim como àqueles que assumiram sua responsabilidade social, não negligenciaram a Ciência e não hesitaram em demonstrar empatia pelo próximo. Deixamos aqui o nosso tributo às mais de 650 mil vidas brasileiras perdidas e a todas as famílias enlutadas.

*“Na língua portuguesa, Extensão significa ‘o ato ou efeito de estender (-se)’ ou ‘a dimensão de algo em qualquer direção’. Para mim, Extensão é a aproximação entre as pessoas e a capacidade de nos fazermos ouvir e compreender o outro... E para mim, essa foi a tradução do curso de extensão ‘Novo Coronavírus: o que a ciência pode te ensinar sobre ele’. A pandemia nos afastou fisicamente, mas nos reinventamos e conseguimos nos aproximar no espaço virtual para conversarmos sobre um dos momentos mais desafiadores do mundo moderno: a Pandemia do SARS-CoV-2.*

*Para mim foi uma honra e um orgulho dividir o espaço virtual do diálogo com colegas queridos e competentes e uma presença aguçada, rica e atenciosa dos nossos participantes. A experiência de uma atividade de extensão virtual possibilitou um alcance maior de pessoas e permitiu uma troca de conhecimentos e experiências que talvez não fosse possível em um ambiente presencial! Me sinto extremamente gratificada por ter feito parte deste momento, tão difícil de nossas vidas, mas tão cheio de lições e com possibilidade de compartilhar conhecimentos e estimular o pensamento científico e social.”*

**Dr<sup>a</sup>. Lídice Almeida Arlego Paraguassú**

Prof<sup>a</sup>. de Biologia – IFBA *campus* Salvador

(Palestrante na primeira edição do curso)

*“A pandemia da COVID-19 trouxe às nossas vidas um dos momentos mais difíceis e desafiadores que a humanidade já viveu. Um momento de dúvidas, medos e uma grande sensação de incapacidade e até paralisia. Nesse contexto, foi muito bacana participar de uma iniciativa extremamente positiva no sentido de apresentar possíveis caminhos, apresentar esperança! E foi assim que senti o curso ‘Novo Coronavírus: o que a ciência pode te ensinar sobre ele’, ministrando a palestra ‘O olhar do benefício além do risco: uma proposta para regular o retorno às aulas na pandemia’. Parabéns a todas as pessoas que pensaram, executaram e participaram dessa excelente iniciativa!”*

**Dr. Marcus Navarro**

Prof. do curso de Radiologia – IFBA *campus* Salvador

(Palestrante na segunda edição do curso)

## PREFÁCIO

O curso “Novo Coronavírus: o que a Ciência pode te ensinar sobre ele”, em suas duas edições, alcançou mais de trezentos inscritos – em sua maioria discentes e docentes – pertencentes às comunidades interna e externa do IFBA *campus* Salvador. O projeto conseguiu atingir um público diverso, que abrangeu 29 cidades e 13 estados das cinco regiões do nosso país. A diversidade também se fez presente entre os palestrantes. As palestras e mesas-redondas foram compostas por profissionais de diferentes áreas da Ciência, advindos de diferentes partes do Brasil.

Este curso surgiu da necessidade de esclarecer, discutir, informar e atualizar toda a comunidade a respeito do vírus SARS-CoV-2 e tudo o que o envolve, além de propor uma reflexão científica, social, política e econômica que a pandemia do novo coronavírus exigiu e ainda exige. A criação de projetos como esse se tornou essencial no momento em que o vírus – identificado pela primeira vez na China e, poucos meses depois, em nosso país – trouxe consigo o medo e diversas informações confusas, irreais e deturpadas.

Muito embora a situação pandêmica não seja novidade para a humanidade, ela foi vivenciada anteriormente num mundo menos povoado, com condições tecnológicas infinitamente diferenciadas das quais vivemos atualmente. Dessa forma, os avanços científicos e tecnológicos nos fizeram ver e compreender que somos todos iguais, submetidos aos mesmos riscos e necessitados dos mesmos cuidados, visto que a doença causada pelo SARS-CoV-2, denominada COVID-19, não diferencia raça, condição social e, muito menos, nível de escolaridade, igualando e nivelando todos os seres humanos a simplesmente “pessoas”. O sentimento de impotência e tristeza alastrou-se, porém, aliado a este, surgiram a solidariedade e a resiliência, circundadas pela vontade de curar, ensinar e sobreviver.

O novo coronavírus atingiu o mundo quase completamente. Seu difícil controle tem desafiado a Ciência que tende a derrotar o “inimigo” fazendo o mais importante: buscando conhecer, não apenas o mapa de sua distribuição geográfica, mas também de suas mutações. Aliado ao conhecimento científico, chegaram até nós orientações voltadas à mudança dos nossos hábitos de higiene. A lavagem das mãos de forma bastante sistemática e frequente e o uso do álcool em gel e outros produtos químicos, como o hipoclorito de sódio, passaram a ser altamente recomendados para a limpeza e desinfecção de ambientes domésticos, hospitalares, industriais e públicos, tendo em vista o combate ao novo coronavírus.

Passamos a seguir as recomendações das agências reguladoras, tais como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) que, além da determinação dos agentes químicos usados, constatou que o distanciamento social e o uso da máscara são imprescindíveis para conter a transmissão do vírus. Esta última é uma verdadeira barreira física que faz e fará parte do nosso vestuário ainda por bastante tempo, pois mesmo com o aumento da cobertura vacinal – e independentemente do nível desta cobertura – a máscara é uma intervenção não farmacológica que veio para ficar entre nós ou, pelo menos, DEVE ficar ainda por um tempo indefinido. É constatado cientificamente que as máscaras, quando corretamente utilizadas, nos protegem dos aerossóis emanados pela respiração, fala, espirro ou tosse.

A pandemia do novo coronavírus se mostrou um grande desafio para a Vigilância Sanitária brasileira e acabou colocando à prova a atuação do Sistema Único de Saúde (SUS). Essa situação deixou claro que a saúde é direito de todos e dever do Estado, sendo dever do Estado também o investimento na Ciência que, de forma rápida e segura, desenvolveu e disponibilizou, por meio de técnicas de biotecnologia, os itens mais valiosos desta pandemia: os testes rápidos e as tão esperadas vacinas que sempre salvaram, estão salvando e salvarão ainda muitas vidas!

Com a necessidade de cumprir o isolamento social, o mundo precisou se adaptar socialmente, economicamente e até culturalmente. Essa mudança de comportamento ocasionou modificações no meio natural, com redução nas taxas de emissão de carbono na atmosfera, por exemplo, mas também alterou o modo como lidamos com a educação escolar. As instituições de ensino públicas e privadas ainda passam por uma grande transformação, tanto no seu espaço físico, para atender as exigências sanitárias, quanto no seu modo de transmitir o conteúdo aos educandos. As *lives* e aulas *on line* farão parte da vida de toda comunidade daqui por diante, pois trouxe para muitos segmentos educacionais a comodidade de estar fora do ambiente de trabalho, obviamente depois de muita organização e distinção entre os ambientes doméstico e profissional. No Brasil, a modalidade EaD (Ensino a Distância) no ensino superior cresceu 182% no ano de 2020, quando comparado aos últimos 12 anos.

Por outro lado, a velocidade do emprego das tecnologias, por vezes, atropelou muitos de nós que tínhamos pouco ou quase nenhum conhecimento tecnológico, havendo um “choque” entre os que lidavam de forma tranquila com as tecnologias e os que tiveram muita dificuldade para usá-las, e considero aqui não só os docentes, mas também os discentes, especialmente aqueles que não têm acesso a um dispositivo para assistir as aulas remotamente. As diversas metodologias empregadas pelos docentes para promover o aprendizado de seus alunos perpassaram várias barreiras impostas pelo cenário pandêmico que se instalou e muitas estratégias didáticas, visando a concentração e uma aprendizagem significativa, vêm sendo desenvolvidas e aplicadas com sucesso.

A multidisciplinaridade também se fez presente, bem como os conhecimentos populares, considerando especialmente a área da saúde, que direcionou a população para a utilização dos “conselhos da vovó”, que nada mais são do que dicas para fortalecer nosso sistema imunológico. Exemplo disso é a adoção de uma alimentação mais saudável, *in natura*, do uso de plantas alimentícias não convencionais (PANC), que se fazem presentes nas saladas, chás, sucos e outras inúmeras receitas, configurando o surgimento de um novo hábito alimentar, o que está vinculado também ao bom uso e ocupação da terra, que tende a elevar as chances de transformar o mundo em um espaço mais sustentável, onde as crises ambientais, sanitárias, econômicas e políticas, sejam, no mínimo, amenizadas. Muito embora estas crises, especialmente as sanitárias e econômicas, estejam se prolongando em nosso país devido às estratégias políticas utilizadas por nossos governantes.

A pandemia da COVID-19 já atingiu taxa superior a meio milhão de vidas perdidas. O negacionismo científico e a falta de sensibilidade, além de informações equivocadas diante do estado da saúde no país, atuam de forma trágica, tendo adeptos e contrapostos em verdadeiros duelos verbais e virtuais, o que muitas vezes deixou que passasse despercebida a tragédia real pela qual o país passava (e ainda passa).

Este e-book apresenta uma seleção do que há de mais interessante nas duas edições do curso. As abordagens apresentadas neste prefácio apenas elucidam o que os próximos capítulos trazem com detalhes. Assim sendo, o convite está feito para o deleite, conhecimento e aprendizagem que o projeto “Novo Coronavírus: o que a ciência pode te ensinar sobre ele” nos proporcionou em suas duas edições.

Aproveitem!

**Renilda Fátima Gonçalves de Lima**

Ex-coordenadora de Extensão do IFBA *campus* Salvador

## SUMÁRIO

<b><u>SEÇÃO SAÚDE &amp; MEIO AMBIENTE</u></b> .....	13
<b>CAPÍTULO 01.</b> COVID-19: Vigilância e Controle (Dr <sup>a</sup> . Cristiane W. Cardoso) .....	14
<b>CAPÍTULO 02.</b> Aspectos Imunológicos e Genéticos da COVID-19 (Dr <sup>a</sup> . Karen Ingrid Tasca & Dr <sup>a</sup> . Kiyoko Abe-Sandes) .....	29
<b>CAPÍTULO 03.</b> O Papel da Biotecnologia na Produção de Vacinas (Dr. Edelvio de Barros Gomes).....	50
<b>CAPÍTULO 04.</b> Transmissão de SARS-CoV-2 por Aerossóis. Qual o Risco? (Dr. Sérgio Braga & Esp. Renata Cruz) .....	59
<b>CAPÍTULO 05.</b> Novo Coronavírus: Aspectos Conceituais e Históricos do Saneamento Ambiental e Básico (Me. Virgínia Silva Neves) .....	79
<b>CAPÍTULO 06.</b> Novo Coronavírus: Higiene e Saúde (Esp. Fabiana Vanni de Brito Carvalho).....	90
<b>CAPÍTULO 07.</b> Química Contra o Coronavírus: Entendendo como os Agentes Químicos Funcionam e os Cuidados com a Toxicidade (Me. Enoc Lima do Rego & Colaboradores) .....	101
<b>CAPÍTULO 08.</b> Alimentação na Pandemia: Nutrição e Etnoconhecimento (Dr <sup>a</sup> . Lígia Meres Valadão, Dr <sup>a</sup> . Flávia Pascoal Ramos & Dr. José Geraldo A. Assis).....	117
<b>CAPÍTULO 09.</b> A Importância da Conservação da Natureza no Combate às Pandemias (Dr. Jeferson Gabriel da Encarnação Coutinho).....	138
<b>CAPÍTULO 10.</b> Meio Ambiente e Sustentabilidade em Tempos de Pandemia (Dr <sup>a</sup> . Juliana Silvestre Silva).....	147
<b>CAPÍTULO 11.</b> Zoonoses Infecciosas Emergentes e a COVID-19: Uma Explicação (Esp. Mariana Barauna Bacelar Bispo).....	163
<b><u>SEÇÃO ASPECTOS HISTÓRICOS &amp; SOCIOGEOGRÁFICOS</u></b> .....	177
<b>CAPÍTULO 12.</b> As Lições das Pandemias no Mundo a partir da Análise Espacial e o Estudo de Caso da Expansão da COVID-19 no Território do Sisal (Dr. Bruno Leonardo G. e Castro) .....	178
<b>CAPÍTULO 13.</b> As Pandemias de 1918 e 2020: Apontamentos de Geografia da Saúde e Geografia Histórica (Dr. Renato Leone Miranda Léda) .....	194
<b>CAPÍTULO 14.</b> Negacionismo Científico e COVID-19: Uma Análise Sociopolítica (Me. Daniel Romero).....	206
<b>CAPÍTULO 15.</b> Influências da COVID-19 e as Perspectivas Futuras na Carreira de um Professor (Me. Vinicius Oliveira Casais).....	217
<b><u>SEÇÃO RELATOS DE EXPERIÊNCIAS</u></b> .....	224
<b>CAPÍTULO 16.</b> Educação em Tempos de Pandemia: como Ensinar e Aprender Brincando (Me. Silvanir Pereira Souza) .....	225
<b>CAPÍTULO 17.</b> Mundividências Pós-COVID: usar Máscaras para Desvendar (Me. Roberta Lordelo da Costa).....	236
<b>GLOSSÁRIO</b> .....	245
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	255

**SEÇÃO SAÚDE**  
**& MEIO AMBIENTE**

# **CAPÍTULO 01**

## **COVID-19: VIGILÂNCIA E CONTROLE**

Dr<sup>a</sup>. Cristiane W. Cardoso

# COVID-19: VIGILÂNCIA E CONTROLE

Cristiane W. Cardoso<sup>1</sup>

## RESUMO

A pandemia da doença pelo novo coronavírus (COVID-19), ocasionada pela ampla disseminação do vírus SARS-CoV-2, enalteceu grandes desafios para a vigilância em saúde pública do Brasil. A ampliação da capacidade de identificação e notificação dos casos da COVID-19, a existência de sistemas de informações capazes de oferecer resposta precisa e oportuna, a necessidade imediata de identificação e rastreamento dos contatos dos casos, e uma rede laboratorial auxiliar para o direcionamento das ações da vigilância, são alguns desses desafios que, de alguma forma, já permeavam nosso sistema de vigilância em saúde. No ponto de vista conceitual, a Lei nº. 8080/90 do Sistema Único de Saúde (SUS) conceitua três distintas vigilâncias: vigilância sanitária, vigilância epidemiológica e vigilância do trabalhador, enriquecidas no contexto da saúde como direito de todos e dever do Estado. Entretanto, os antigos e novos riscos à saúde, a introdução de novas tecnologias, o processo de transição demográfica, a ampliação do conhecimento dos determinantes sociais, a globalização e, sobretudo, as emergências em saúde pública como causas profundas e, muitas vezes, imprevisíveis das mudanças no padrão das doenças, exigem que as vigilâncias atuem mais próximas, rearticulando saberes e práticas sanitárias e fortalecendo cada vez mais uma única vigilância, a vigilância em saúde, a qual deve permanecer sustentada na tríade: *informação-decisão-ação*. Na perspectiva contínua da consolidação das premissas e princípios da Lei do SUS, a vigilância da COVID-19 concentra como principais estratégias: a identificação oportuna dos casos suspeitos, a realização de testes diagnósticos, o rastreamento dos contatos, a adoção das medidas de precaução e distanciamento social e o uso de vacinas. Nesse capítulo contribuímos com algumas definições de vigilância, refletimos sobre a mudança do padrão das doenças e o papel dos Centros de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde e consideramos as principais estratégias da vigilância e controle da COVID-19.

**Palavras-chave:** COVID-19, Pandemia, Saúde Pública, Sistema Único de Saúde, Vigilância.

---

<sup>1</sup> Doutora em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa pelo Instituto Gonçalo Moniz – FIOCRUZ e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Católica do Salvador (UCSAL). Sanitarista/Epidemiologista da Secretaria Municipal de Saúde de Salvador. Coordenadora do Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde de Salvador (CIEVS SSA). Pesquisadora colaboradora do Instituto Gonçalo Moniz - FIOCRUZ. E-mail: criscardoso@gmail.com.

## Definições da vigilância em saúde no Brasil

As principais e atuais definições da vigilância da saúde no Brasil encontram-se nos marcos legais previstos na Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), na Lei Orgânica do Sistema Único de Saúde (SUS) (BRASIL, 1990a) e na Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº. 588 de 12 de julho de 2018 que institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS) (BRASIL, 2018). Importantes dispositivos legais com vistas à inserção da comunidade na gestão do SUS (BRASIL, 1990b), à implantação e funcionamento do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2006) e à instituição de mecanismos para financiamento do SUS (BRASIL, 2013; BRASIL, 2017; BRASIL, 2019b), contribuíram para o processo de construção e fortalecimento da vigilância na saúde pública do Brasil.

No Artigo 196 da Constituição Federal do Brasil, a vigilância encontra-se contemplada no contexto da saúde como “*A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação*” e no Artigo 200 “*Ao sistema único de saúde compete, além de outras atribuições, nos termos da lei:*”, no seu inciso II: “*executar as ações de vigilância sanitária e epidemiológica, bem como as de saúde do trabalhador*”.

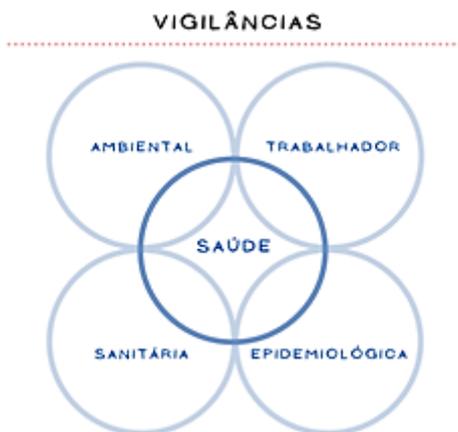
No artigo 6º da Lei Orgânica da Saúde (Lei nº. 8080/90), a vigilância se encontra incluída no campo de atuação do Sistema Único de Saúde (SUS) através da execução de ações de três vigilâncias: vigilância sanitária, *vigilância epidemiológica* e vigilância da saúde do trabalhador. No mesmo artigo, no parágrafo 1º, entende-se por **vigilância sanitária** um conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde, abrangendo: o controle de bens de consumo que, direta ou indiretamente, se relacionem com a saúde, compreendidas todas as etapas e processos, da produção ao consumo; e o controle da prestação de serviços que se relacionam direta ou indiretamente com a saúde.

A definição da **vigilância epidemiológica** encontra-se no parágrafo 2º do referido artigo como um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento, a detecção ou prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual ou coletiva, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle das doenças ou agravos. E, por fim, ainda no parágrafo 2º, entende-se por **saúde do trabalhador**, o conjunto de atividades que se destina, através das ações de vigilância epidemiológica e vigilância sanitária, à promoção e proteção da saúde dos trabalhadores, assim como visa à recuperação e reabilitação da saúde dos trabalhadores submetidos aos riscos e agravos advindos das condições de trabalho.

A Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº. 588 de 12 de julho de 2018 que institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS) (BRASIL, 2018) apresenta uma definição mais ampla para a vigilância ao considerar o conceito de **vigilância em saúde**. A PNVS representa um avanço no fortalecimento do SUS como direito a proteção e promoção da população brasileira preocupando-se com articulação dos saberes, processos e práticas relacionados às vigilâncias definidas na Lei nº. 8080/90, incluindo a vigilância em saúde ambiental. Representa ainda um componente essencial do SUS como ferramenta para detecção precoce de casos, surtos e epidemias, identificação de novos problemas ou padrões de saúde, acompanhamento e interrupção do ciclo de transmissão de agravos e doenças, identificação dos fatores determinantes e condicionantes do processo saúde-doença, recomendação de medidas de prevenção, controle e eliminação, direcionamento na alocação dos recursos (humanos e materiais), apoio no planejamento e na avaliação do impacto das medidas adotadas.

A pandemia da COVID-19 revelou ainda mais a necessidade da transversalidade das ações de vigilância em saúde sobre a determinação do processo saúde-doença. Considerando que as intervenções sobre problemas

de saúde requerem atenção e acompanhamento contínuo, é fundamental que a vigilância em saúde também atue de forma articulada com a atenção a saúde, o que inclui a rede laboratorial. Os diversos atores que compõem a vigilância em saúde (epidemiológica, sanitária, ambiental e do trabalhador), devem buscar ampliar o espectro de atuação de forma integrada para a adoção de mecanismos de redução dos fatores de risco e prevenção da doença (Figura 1).



**Figura 1.** Vigilância em saúde: vigilâncias integradas. Fonte: Autoria própria.

### **As mudanças no padrão das doenças e agravos**

O século XXI foi marcado com importantes mudanças no padrão das doenças e agravos, em especial as infecciosas. Alterações da dinâmica da transmissão dos seus agentes vêm impactando na saúde das populações, territórios e da economia dos países, estimulando cada vez mais a análise da ocorrência das doenças em função da sua relevância epidemiológica. O aumento exponencial da mobilidade e deslocamento do ser humano, dos animais (domésticos e silvestres) e das mercadorias contribui para que doenças restritas a determinadas populações, rapidamente possam se fazer presentes em distintos locais do mundo, atingindo um novo conjunto de habitantes.

Esse processo de transformação claramente observado nos tempos atuais é decorrente de distintos e novos fenômenos, tais como o fenômeno de transição demográfica, de transição epidemiológica e aos avanços tecnológicos. Entretanto, tais transformações obedecem a um antigo ciclo (RIENSEN, 2010) que sempre contribuiu para a ocorrência das doenças e o favorecimento de surtos e epidemias. Esse antigo ciclo também se relaciona com a ocorrência de mudanças, sendo esta em um ou mais de um desses elementos: ambiente, hospedeiro, vetor e patógeno. Relembrando a epidemia do vírus Zika no Brasil, podemos exemplificar nesse ciclo da seguinte forma: O vírus Zika (patógeno) nunca havia circulado no território brasileiro (ambiente) e encontrou um potencial transmissor, o mosquito *Aedes aegypti* (vetor). A população (hospedeiro) encontrava-se susceptível por nunca ter havido contato com o vírus. A existência de um grande número de indivíduos susceptíveis a um patógeno é um importante requisito para a ocorrência de surtos e epidemias. Qualquer mudança em alguns dos elementos desse ciclo pode alterar a ocorrência da doença, surto ou epidemia. No nosso exemplo, se o vírus Zika fosse introduzido num local (ambiente) onde não existisse o mosquito *Aedes aegypti* (vetor) e/ou onde não houvesse indivíduos susceptíveis (hospedeiro), provavelmente não haveria uma epidemia da doença, tendo em vista que as outras formas de transmissão do vírus Zika (sexual e transfusão sanguínea) não possuem elevado potencial de causar doença.

Dessa forma, estamos enfatizando um enfoque epidemiológico considerando que a doença nas populações: 1) não ocorre por acaso; 2) não está distribuída de forma homogênea; 3) tem fatores associados que, para serem causais, cumprem com os seguintes critérios: a temporalidade (toda causa precede a seu efeito, o chamado princípio do determinismo causal), a força de associação, a consistência da observação, a especificidade da causa, o gradiente biológico (efeito dose-resposta) e a plausibilidade biológica (HILL, 1965). O enfoque epidemiológico também considera que a doença na população é um fenômeno dinâmico e sua propagação depende da interação entre a exposição e a suscetibilidade dos indivíduos e grupos aos fatores determinantes da presença da doença (OPAS, 2010).

Neste contexto, destacam-se as novas e desconhecidas doenças transmissíveis e o ressurgimento de outras doenças que estavam controladas (ou que se acreditava que estavam controladas). Essas doenças transmissíveis são conhecidas como emergentes e reemergentes e são diversos os fatores que contribuem para o seu surgimento.

Diante do exposto, fica fácil entendermos que a **COVID-19 é uma doença emergente**. E explorando um pouco mais esses conceitos, observa-se que a COVID-19 aproximou a população da epidemiologia e da vigilância em saúde quando terminologias como surto, epidemia e pandemia passaram a fazer parte do cotidiano. De qualquer maneira, são conceitos que valem a pena serem revisados. De acordo com o guia de vigilância em saúde do Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 2021), **epidemia** corresponde à elevação do número de casos de uma doença ou agravo, em um determinado lugar e período de tempo, caracterizando, de forma clara, um excesso em relação à frequência esperada da doença ou agravo, enquanto que **surto** é um tipo de epidemia em que os casos se restringem a uma área geográfica geralmente pequena e bem delimitada ou a uma população institucionalizada (creches, quartéis, escolas, entre outros).

E por que a COVID-19 é considerada uma pandemia? A **pandemia** segue o conceito de epidemia, porém relaciona-se a ocorrência elevada de determinada doença ou agravo simultaneamente abrangendo vários indivíduos do mundo. É possível observar que os fatores definidores de surto, epidemia e pandemia estão intrinsicamente relacionados à mudança de padrão do perfil das doenças e agravos, a questão temporal e a delimitação geográfica.

Os primeiros casos de pneumonia atípica em Wuhan, capital da província de Hubei na China, iniciaram em novembro do ano de 2020 (ZHU *et al.*, 2020) e foram comunicados em 31 de dezembro do mesmo ano à Organização Mundial de Saúde (OMS). Inicialmente, os indivíduos acometidos pela doença possuíam um vínculo com um mercado de frutos do mar e de animais e o agente etiológico foi rapidamente identificado como o novo coronavírus (SARS-CoV-2) (ZHU *et al.*, 2020), entretanto, até a elaboração desse capítulo, o reservatório animal continua desconhecido (MUNSTER *et al.*, 2020). Os casos em questão caracterizaram-se como um **surto** no local. Com a expansão de novos casos em outras províncias da China, os casos assumiram um caráter de **epidemia**. A propagação do vírus causador da doença no mundo foi favorecida por questões já abordadas nesse capítulo, resultando na **pandemia** da COVID-19.

Os conceitos epidemiológicos de surto, epidemia e pandemia servem para direcionar as atividades dos governos relacionadas à proteção da comunidade global de riscos à saúde pública e emergências que atravessem fronteiras internacionais.

No atual e complexo cenário epidemiológico com múltipla carga de doenças somado a persistência de doenças transmissíveis e ocorrência de sucessivas epidemias, a existência de um regulamento mundial que auxilie em prevenir, proteger e controlar a propagação internacional de doenças, e que colabore em dar uma resposta de saúde pública proporcionada e restrita aos riscos de saúde pública, evitando ao mesmo tempo as interferências desnecessárias com o tráfego e comércio internacionais, demonstra ser uma importante ferra-

menta para os países que o adotem como instrumento norteador. O instrumento que possui essas finalidades é o Regulamento Sanitário Internacional (RSI) (OMS, 2016) apresentado a seguir.

## O Regulamento Sanitário Internacional

A Organização Mundial de Saúde (OMS) na 58ª Assembleia ocorrida em 25 de maio de 2005 aprovou o novo Regulamento Sanitário Internacional (RSI). O RSI 2005 é um acordo internacional legalmente vinculante aos 194 países signatários e membros da OMS, o que inclui o Brasil, além de um principado (Liechtenstein) e uma cidade-estado (Vaticano). Em sua versão original, o RSI foi adotado em 1951, com uma primeira revisão em 1969 que sofreu alteração em 1981 com a erradicação da varíola. Após 36 anos de vigência, a última revisão do RSI que datava do ano de 1969 claramente não atendia mais as necessidades sanitárias de um mundo globalizado.

O RSI 2005 passou a ser um dos principais documentos internacionais no âmbito da saúde pública (WILSON *et al.*, 2008), incorporando uma visão de vigilância mais ampla e proativa, diferenciando-se do antigo RSI que se limitava ao controle de doenças infectocontagiosas específicas quarentenárias (varíola, peste, febre amarela e cólera) e seus possíveis danos. Além disso, o atual RSI congrega uma dialética mais realista voltada à impossibilidade do controle total dos eventos que podem resultar numa emergência sanitária internacional.

Entre as principais mudanças presentes no RSI revisado podemos destacar: 1) A existência de procedimentos para detecção; 2) A análise e comunicação de eventos de saúde pública e protocolos para definição e avaliação de riscos; 3) O estímulo ao uso de outras fontes de informação, além das notificações oficiais dos países; 4) O fomento a comunicação baseada na avaliação de risco dos eventos; 5) A definição de ponto focal (Centro Nacional-CIEVS) para comunicação com a OMS; 6) A estruturação de capacidades mínimas em vigilância epidemiológica e em serviços de controle sanitário de portos, aeroportos e fronteiras; e 7) As medidas de saúde pública apropriadas e dimensionadas para cada emergência de saúde pública de importância internacional.

Espera-se que os países signatários do RSI garantam, entre outras questões, a segurança sanitária dentro do seu território de abrangência ou, em outros termos, que uma emergência de saúde pública de importância nacional (ESPIN), não desencadeie para uma emergência de saúde pública de importância internacional (ESPII). Essas e outras terminologias encontram-se presentes no RSI e vale a pena destacar a definição de algumas delas para facilitar o entendimento do contexto epidemiológico da pandemia da COVID-19. Para declarar uma ESPII, o diretor-geral da OMS deve levar em consideração: (i) as informações recebidas pelo Estado Parte; (ii) o instrumento de decisão do Anexo 2 do RSI; (iii) o parecer do Comitê de Emergências; (iv) os princípios e evidências científicas e outras informações disponíveis; e (v) uma avaliação de risco para a saúde humana, do risco de propagação internacional da doença e do risco de interferência com o tráfego internacional. Dessa forma, antes da declaração da pandemia, a COVID-19 foi considerada uma ESPII em 30 de janeiro de 2020 pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020).

Nos termos do RSI, considera-se uma **Emergência em Saúde Pública** um evento extraordinário, o qual é determinado no Regulamento por constituir um risco de saúde pública para outro Estado por meio da propagação internacional de doenças e por potencialmente requerer uma resposta internacional coordenada. Destacam-se nesse conceito dois pontos importantes: 1) Encontram-se incluídas as epidemias por doenças transmissíveis, propagação de eventos não transmissíveis e situações de risco de disseminação de doenças; 2) A análise do evento para a classificação em uma potencial emergência deve ser realizada no contexto em que este ocorre.

No cenário das emergências em saúde pública nas quais as principais formas de controle residem nas medidas não farmacológicas que implicam em restrição da liberdade, como é no caso do controle da COVID-19, as questões econômicas, sociais e administrativas assumem papéis de grande importância (LIMA e COSTA, 2015). Dessa forma, apesar das importantes atualizações presentes no atual RSI, este instrumento certamente carece de nova revisão, tendo em vista a exponencial circulação mundial de pessoas e de mercadorias que facilitam a proliferação de agentes infecciosos e a disseminação de riscos à saúde, além da necessidade da manutenção das relações entre os países e territórios, o que exige a organização sistemática das barreiras sanitárias e o fortalecimento contínuo de adequadas relações diplomáticas.

## O papel dos Centros de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde

O RSI 2005 trouxe a necessidade da criação de pontos focais para detectar e propiciar o gerenciamento de emergências de saúde pública e coordenar resposta apropriada pelo Ministério da Saúde, junto com as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde no Brasil, originando a rede de Centros de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde (CIEVS) (BRASIL, 2007), a qual pertence o CIEVS Salvador (CIEVS SSA) (SALVADOR, 2007). No período de 2007 a 2019, foram estruturados no Brasil 54 Centros similares ao CIEVS Nacional, sendo 26 localizados nas Secretarias Estaduais de Saúde (CIEVS Estaduais) e 1 no Distrito Federal, e 26 nas Secretarias Municipais de Saúde (CIEVS Capitais) e em outros municípios (1), formando a Rede CIEVS. A partir do ano 2020 a rede CIEVS expandiu, incluindo CIEVS em outros municípios considerados estratégicos, especialmente nos municípios de fronteira e distritos sanitários especiais indígenas (DSEI), totalizando 129 unidades CIEVS até maio de 2021 (BRASIL, 2021).

O CIEVS SSA foi criado em 2009 (SALVADOR, 2009) e em consonância com o seu Regimento (SALVADOR, 2016), busca implementar a captação de notificações, análise de dados e informações estratégicas relevantes à prática de vigilância em saúde, criando meios de identificação, caracterização e intervenção precoce nas emergências em saúde pública de relevância municipal, estimulando o risco de expansão destes eventos. Atua como sentinela para eventos em saúde pública de forma articulada, interagindo externamente com o nível nacional junto à rede CIEVS e internamente com a rede de vigilância local, além de outros parceiros (Figura 2).

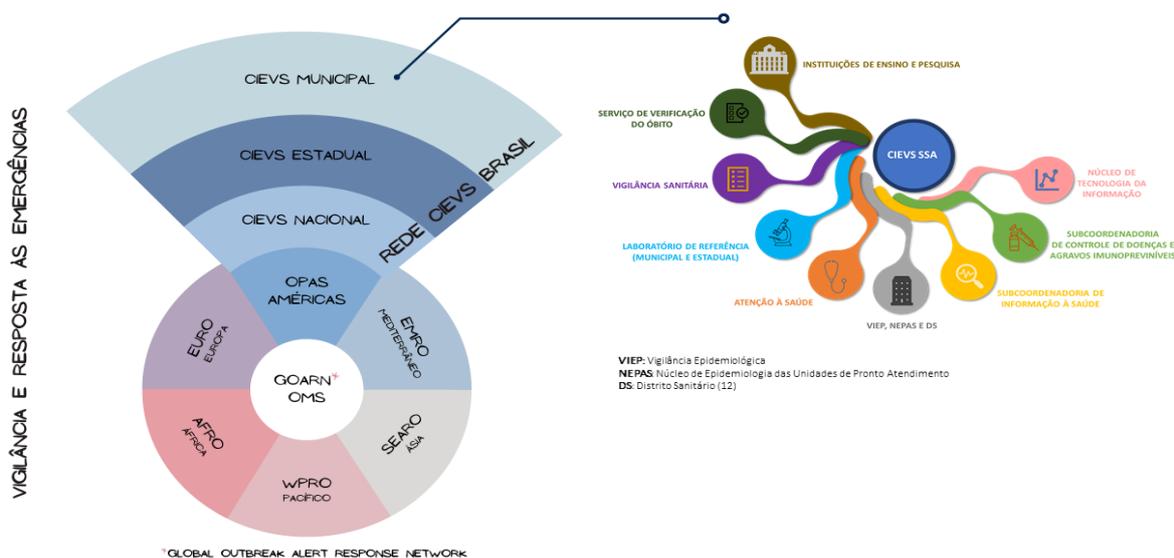


Figura 2. Vigilância e resposta às emergências Fonte: Rede CIEVS- CIEVS Salvador.

Em 11 de março de 2020, o CIEVS Salvador investigou o primeiro caso confirmado da COVID-19 de residente de Salvador e desde então exerce papel fundamental na captação dos casos suspeitos e confirmados da COVID-19, na organização e descrição dos dados coletados, na orientação da população quanto às medidas de precaução e, sobretudo, na resposta das importantes perguntas norteadoras da vigilância epidemiológica de tempo, pessoa e lugar, visando minimizar a incidência de casos e promover medidas de controle.

Os primeiros casos da COVID-19 do Brasil e de Salvador foram **casos importados**, uma vez que foi possível rastrear a fonte de infecção e constatar que esta ocorreu em outro local (Europa) onde circulava o vírus SARS-CoV-2. Após a ocorrência dos primeiros casos importados, o padrão de transmissão da doença alterou, sendo rapidamente considerada uma doença de **transmissão comunitária**, não sendo mais possível caracterizar o processo de transmissão, e constatando-se que o vírus circulava amplamente entre a população e gradativamente em todo território nacional. Mudanças na definição do caso suspeito e do caso confirmado da COVID-19 também ocorreram ao longo do tempo. Inicialmente havia uma preocupação sobre a origem do indivíduo e a relação temporal dos sintomas apresentados com sua história de viagem ou com alguém com história de viagem para os locais onde o vírus SARS-CoV-2 estivesse circulando. Posteriormente, a relação com a história de viagem não foi mais necessária como componente da definição do caso suspeito da COVID-19. O aprimoramento dos estudos de casos da COVID-19 favoreceu mudanças na identificação de fatores de risco e de exposição que potencializam a transmissão viral e, conseqüentemente, o aumento na incidência de casos e na gravidade do quadro da doença. Recentemente, o fenômeno natural de mutação viral vem exigindo da vigilância em saúde adaptações das estratégias de controle da COVID-19 e a necessidade de novas interpretações nas análises da situação de saúde das populações, levando em consideração aquelas que possam incluir os efeitos da introdução das novas variantes do vírus SARS-CoV-2.

### **Sistemas de informações da COVID-19**

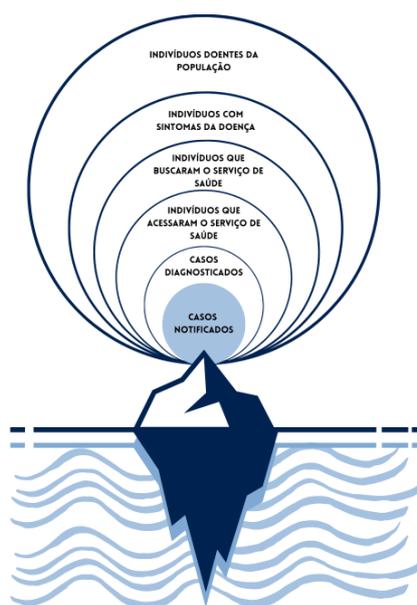
Cada sistema de vigilância, de acordo com seus objetivos e peculiaridades, apresentará características específicas e pode variar em metodologia, abrangência e objetivos (WALDMAN, 1998). Dentre as características dos sistemas de vigilância, podemos destacar ser ativo ou passivo, ser simples e contínuo, ter entre seus componentes a coleta, análise e ampla distribuição das informações, possuir um instrumento para avaliação de impacto e ser útil para identificar os fatores de risco e das populações vulneráveis para permitir a adoção de medidas de controle mais efetivas.

Dessa forma, os sistemas de informações são componentes fundamentais para o funcionamento dos sistemas de vigilância, contribuindo para o alcance dos seus objetivos, os quais podem ser implantados e readaptados. O Brasil possui importantes sistemas de informações a saúde e para simplificar o entendimento dos seus papéis para o sistema de vigilância podemos agrupar em: sistemas de estatísticas vitais (natalidade e mortalidade), sistemas de morbidade e eventos (doenças de notificação, eventos adversos e desastres) e sistemas de inquéritos (doenças crônicas, fatores de risco comportamentais, hábitos, exposição, acidentes e violências). Nesse capítulo, encontram-se citados os sistemas de informações relacionados à captação dos dados e análises do perfil epidemiológico da COVID-19 no Brasil.

Para facilitar a captação dos dados e as análises do cenário epidemiológico da COVID-19, o Ministério da Saúde do Brasil aproveitou sistemas de informações já existentes e implantou novos sistemas. Os principais sistemas de informações utilizados são: **Sistema Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL)** - Sistema já existente e adaptado para cadastro das amostras coletadas dos casos suspeitos da COVID-19 encaminhadas

ao Laboratório Central (LACEN) para realização dos exames diagnósticos; **e-SUS Notifica** - Sistema criado para a notificação de casos suspeitos da COVID-19 (Síndrome Gripal); **SIVEP Gripe** - Sistema de Informação da Vigilância Epidemiológica da Gripe já existente e utilizado para notificação dos casos de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) da COVID-19 e **SIM** - Sistema de Informação de Mortalidade já existente, no qual os óbitos pela COVID-19 são registrados. A análise diária da situação epidemiológica da COVID-19 é realizada através da junção e interpretação das bases de dados desses sistemas de informações.

A notificação dos casos suspeitos e confirmados e o preenchimento dos dados nos sistemas são de competência das unidades de saúde públicas e privadas, incluindo laboratórios. Considerando que os dados inseridos nos sistemas de informações devem permitir a construção de indicadores e processamento de análises epidemiológicas que contribuam para a eficiência da gestão em saúde, é fundamental que esses dados sejam inseridos de maneira precisa e oportuna. Entretanto, os dados dos casos notificados muitas vezes são inseridos de forma incompleta ou inconsistente, comprometendo a aplicabilidade dos sistemas de informações para fortalecimento dos sistemas de vigilância. Dentre os principais fatores que podem levar a limitações do desempenho dos sistemas de vigilância podemos destacar a subnotificação, a baixa representatividade, o reduzido grau de oportunidade e a inconsistência da definição de caso. Essas limitações podem estar intrinsicamente relacionadas ao mau uso dos sistemas de informações. A não notificação dos casos da doença ou agravo pode ocorrer por diversos motivos e, dessa forma, figurativamente podemos considerar os casos notificados como apenas a “ponta de um *iceberg*” (Figura 3).



**Figura 3.** Principais fatores limitantes no desempenho dos sistemas de vigilância no contexto da notificação das doenças e agravos. Fonte: Rede CIEVS - CIEVS Salvador.

### Vigilância e controle da COVID-19

Considerando que até o momento não existem medicamentos que reduzam a carga da COVID-19 nas populações, a melhor alternativa para vigilância e controle são as medidas não farmacológicas. E no que consiste a vigilância e controle da COVID-19? Essencialmente nas conhecidas medidas já utilizadas na vigilância e controle das doenças de transmissão respiratória, ou seja, realização de testes diagnósticos, rastreamento dos contatos dos casos positivos e adoção de medidas de precaução, como lavagem adequada das mãos aliada ao

uso de máscara de proteção facial e distanciamento social. Associada a essas medidas, felizmente já podemos adicionar a aplicação de vacinas, que em pouco tempo vieram agregar as referidas medidas de vigilância e controle da COVID-19.

Como o vírus SARS-CoV-2 é um novo vírus, torna-se necessário um célere avanço no desenvolvimento científico e na capacidade de implementação dessas medidas.

- **Realização de testes diagnósticos**

Os testes diagnósticos são de grande importância para o direcionamento das ações de vigilância e controle da COVID-19. Durante a fase inicial da pandemia, a elaboração, desenvolvimento, validação, verificação e os testes diagnósticos foram ativamente implementados por um grande número de laboratórios. Centenas de testes moleculares e imunoenaios foram desenvolvidos rapidamente, embora ainda apresentem limitações (VANDENBERG *et al.*, 2020), o que nos leva a concluir que **não existe teste diagnóstico perfeito**.

Os testes diagnósticos para COVID-19 podem ser usados de várias maneiras, o que inclui triagem de indivíduos pré-sintomáticos e sintomáticos, testes de confirmação de diagnóstico de indivíduos sintomáticos e vigilância em locais de surtos. Essas maneiras também direcionam qual o melhor teste diagnóstico a ser utilizado (OH *et al.*, 2020).

Os testes diagnósticos moleculares através da técnica RT-PCR (do inglês: *reverse-transcriptase polymerase chain reaction*) são testes moleculares que se baseiam na detecção de sequências únicas de RNA viral, com confirmação por sequenciamento de ácidos nucleicos, sendo considerado **padrão ouro** para confirmação diagnóstica da COVID-19. A detecção do vírus por RT-PCR em tempo real (qRT-PCR), é o teste laboratorial de escolha para o diagnóstico de pacientes sintomáticos na fase aguda (entre o 3º e 7º dia da doença, preferencialmente). Além disso, **testes rápidos de detecção de antígenos** também foram desenvolvidos para detectar infecção ativa, embora em comparação com o RT-PCR, os testes de detecção rápida de antígenos carecem de sensibilidade e, devido ao risco aumentado de resultados falso-negativos, são considerados um complemento dos testes de RT-PCR (MERTENS *et al.*, 2020).

O **teste de anticorpos** também pode ter um papel complementar aos testes de RT-PCR no diagnóstico de COVID-19, em aproximadamente 10 dias ou mais após o início dos sintomas, na avaliação de infecções anteriores e na definição da dinâmica das respostas humorais individuais dos pacientes, sendo úteis também durante a realização de soroinquéritos (CAINI *et al.*, 2020).

O desafio para o melhor uso dos testes diagnósticos na vigilância e controle da COVID-19 reside na oferta oportuna dos testes, na coleta e transporte adequados das amostras, na escolha correta do teste em relação à data de sintomas e/ou período de infecção do caso, e na especificidade e sensibilidade dos testes.

- **Rastreamento dos contatos**

O rastreamento dos contatos é uma etapa importante no processo de vigilância e controle da COVID-19, consistindo em identificar quais indivíduos tiveram contato com casos positivos da doença. Considera-se *contatos* os indivíduos que estiveram em alguma das seguintes situações em relação ao caso confirmado: (i) moram, cuidam, visitam ou compartilham uma área com o caso; (ii) manteve contato físico direto; (iii) manteve contato a menos de um metro e meio de distância, por no mínimo 15 minutos; (iv) profissionais de saúde sem uso de equipamento de proteção individual (EPI). Vale ressaltar que profissionais de saúde ou cuidadores com uso correto de EPI não são considerados contatos com casos confirmados.

Para uma ação de rastreamento de contatos bem-sucedida, o ideal é que além de ter conhecimento do caso da COVID-19 para possível identificação dos seus contatos, é de fato conseguir localizar todos seus contatos e que esses possam manter as medidas de precaução, ou seja, 14 dias de isolamento a partir do último dia em que teve contato com o caso positivo (BRASIL, 2021).

Os esforços de detecção rápida e contínua visando o reconhecimento precoce e o isolamento de casos e contatos da COVID-19 são fundamentais para a interrupção da cadeia de transmissão do vírus SARS-CoV-2, porém dependem da qualidade dos dados notificados nos sistemas de informações, da capacidade de abrangência das equipes de vigilância e da oportunidade e qualidade dos testes diagnósticos.

#### • **Adoção de medidas de precaução e distanciamento social**

As intervenções não farmacêuticas são acessíveis, econômicas e eficazes na redução da disseminação da COVID-19 e na diminuição do número de óbitos (CHU *et al.*, 2020; BO *et al.*, 2020). Entretanto, a adoção dessas medidas possui um contexto complexo, tendo em vista que requer uma atitude individual em prol do coletivo. Nem sempre a consciência coletiva encontra-se incorporada no indivíduo e, dessa forma, consequências negativas se tornam presentes, tais como a não interrupção da transmissão viral, a sobrecarga nos sistemas de saúde e a elevação no número de óbitos.

Dentre as medidas de precaução, destaca-se a **lavagem frequente das mãos com água e sabão**. Se sabão e água não estiverem disponíveis, os sanitizantes à base de álcool gel são bons substitutos. Outra medida importante é o **uso correto de máscaras faciais**. Gotículas respiratórias são geradas quando uma pessoa infectada tosse ou espirra. Qualquer pessoa que esteja em contato próximo (a menos de 1,5 metro) com alguém que tenha sintomas respiratórios (tosse, espirros) corre o risco de ser exposta a gotículas respiratórias potencialmente infecciosas. O período de incubação da COVID-19, que é o tempo entre a exposição ao vírus e o início dos sintomas, é em média de 5 a 6 dias, mas pode chegar a 14 dias. Durante este período, também conhecido como período “pré-sintomático”, algumas pessoas infectadas podem transmitir o vírus a outras pessoas (YU *et al.*, 2019; WEI *et al.*, 2020).

As medidas de precaução devem ser associadas à medida de distanciamento social, a qual consiste na redução da interação entre os indivíduos na intenção de minimizar a velocidade de transmissão do vírus SARS-CoV-2, podendo ser ampliado ou seletivo. No primeiro, o distanciamento é aplicado para todos, havendo o fechamento de locais que possam gerar aglomeração de pessoas. Nessa modalidade, os serviços essenciais são mantidos e o trabalho em casa em detrimento da ida aos escritórios e repartições públicas é estimulado. Já no segundo, o grupo de risco deve permanecer em domicílio. As medidas de distanciamento social são difíceis de serem adotadas, pois trazem importantes impactos, especialmente psicológicos e econômicos, porém são de extrema importância para contenção da circulação viral e surgimento de novos casos da COVID-19.

#### • **Vacinação**

Em pouco tempo, mais de 180 vacinas contra COVID-19 estão sendo produzidas no mundo. Felizmente, a corrida na elaboração e fabricação de vacinas obteve bons resultados e alguns países no final do ano de 2020 conseguiram dar início ao uso de vacinas para o controle da pandemia. Vale ressaltar que ainda estamos reunindo esforços e conhecimento no controle desse novo vírus e muitas questões relacionadas com o uso de vacinas encontram-se sem respostas. As novas vacinas contra COVID-19 não possuem 100% de eficácia

(como todas as vacinas) e levam um tempo até garantir proteção individual e coletiva, além de apresentar capacidade de fabricação global limitada. Dentre as principais perguntas ainda sem respostas, podemos elencar:

1. Qual vacina é mais segura e eficaz?
2. Quais devem ser as melhores estratégias para acesso, armazenamento e distribuição das vacinas?
3. Teremos vacinas suficientes para imunizar a todos em pouco tempo?
4. A depender do país, quanto tempo será necessário para imunizar a todos?
5. Por quanto tempo as vacinas irão conferir imunidade ao indivíduo?
6. As atuais vacinas serão capazes de produzir uma eficaz resposta imunológica frente a introdução de novas variantes do vírus SARS-CoV-2?

As medidas de vigilância e controle da COVID-19 sempre serão importantes e devem ser praticadas mesmo quando existirem medicamentos e vacinas contra a doença. A vigilância da COVID-19 requer um esforço individual em prol da proteção do coletivo, além do compromisso dos governos e de uma vigilância em saúde fortalecida, sustentada na tríade: informação-decisão-ação.

## Referências

- BO, Y.; GUO, C.; LIN, C. *et al.* Effectiveness of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 transmission in 190 countries from 23 January to 13 April 2020. **International Journal of Infectious Diseases**. 2020. Disponível em: [https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712\(20\)32270-0/fulltext](https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712(20)32270-0/fulltext). Acesso em: 29.mai.2021.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Legislação. 1990a. Lei nº. 8.080 de 19 de setembro de 1990 – Publicação Original. **Dispõe sobre as condições para promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências**. Diário Oficial da União n. 182 de 20 de setembro de 1990. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1990/lei-8080-19-setembro-1990-365093-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 08.mai.2021.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 08.mai.2021.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 1990b. Lei nº. 8.142 de dezembro de 1990. **Dispõe sobre a participação da comunidade na gestão do Sistema Único de Saúde (SUS) e sobre as transferências intergovernamentais de recursos financeiros na área da saúde e dá outras providências**. Diário Oficial da União de 31 de dezembro de 1990. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18142.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18142.htm). Acesso em: 08.mai.2021.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto nº 5.839 de 11 de julho de 2006. **Dispõe sobre a organização, as atribuições e o processo eleitoral do Conselho Nacional de Saúde - CNS e dá outras providências**. Diário Oficial da União de 12 de julho de 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2006/decreto/d5839.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/decreto/d5839.htm). Acesso em: 08.mai.2021
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde – CIEVS**. Brasília-DF, 2007. Disponível em: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/centro\\_informacoes\\_estrategicas\\_vigilancia\\_saude.pdf](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/centro_informacoes_estrategicas_vigilancia_saude.pdf). Acesso em: 10.mai.2021.

- BRASIL. Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro. Portaria nº. 1.378 de 09 de julho de 2013. **Regulamenta as responsabilidades e define diretrizes para execução e financiamento das ações de Vigilância em Saúde pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, relativos ao Sistema Nacional de Vigilância em Saúde e Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.** Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt1378\\_09\\_07\\_2013.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt1378_09_07_2013.html). Acesso em: 08.mai.2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro. Portaria nº. 3.992 de 28 de dezembro de 2017. **Altera a Portaria de Consolidação nº 6/GM/MS de 28 de setembro de 2017 para dispor sobre o financiamento e a transferência dos recursos federais para as ações e os serviços públicos de saúde do Sistema Único de Saúde.** Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt3992\\_28\\_12\\_2017.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt3992_28_12_2017.html). Acesso em: 08.mai.2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução CNS nº. 588, de 12 de julho de 2018. **Institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS).** Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2018/Reso588.pdf>. Acesso em: 08.mai.2021
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde/ Coordenação-Geral de Desenvolvimento de Epidemiologia em Serviços. 2019a. **Guia de Vigilância em Saúde: Volume Único** [recurso eletrônico]. 3ed. Brasília, 2019. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_vigilancia\\_saude\\_3ed.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_3ed.pdf). Acesso em: 10.mai.2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro. 2019b. Portaria nº. 2.663 de 09 de outubro de 2019. **Define os valores anuais do Piso Fixo de Vigilância em Saúde (PFVS), do Grupo de Vigilância em Saúde do Bloco de Custeio das Ações e Serviços Públicos de Saúde, destinados às Secretarias Estaduais, Distrital e Municipais de Saúde e dá outras providências.** Diário Oficial da União. Publ. em 11 de outubro de 2019. Ed. 198. Seção 1, p. 38. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-2.663-de-9-de-outubro-de-2019-221313223>. Acesso em: 10.mai.2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Doenças não Transmissíveis. **Guia de Vigilância Epidemiológica: Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional pela Doença pelo Coronavírus 2019.** [recurso eletrônico]. v. 03, de 15 de março de 2021. 86p. Brasília-DF, 2021. Disponível em: [http://www.cievs.saude.salvador.ba.gov.br/download/guia-de-vigilancia-epidemiologica-doenca-pelo-novo-coronavirus-2019\\_v-03\\_15032021/?wpdmdl=3391&refresh=-6109a25aae4811628021338](http://www.cievs.saude.salvador.ba.gov.br/download/guia-de-vigilancia-epidemiologica-doenca-pelo-novo-coronavirus-2019_v-03_15032021/?wpdmdl=3391&refresh=-6109a25aae4811628021338). Acesso em: 08.mai.2021.
- CAINI, S.; BELLERBA, F.; CORSO, F. *et al.* Meta-analysis of diagnostic performance of serological tests for SARS-CoV-2 antibodies up to 25 April 2020 and public health implications. **Euro Surveill.** v. 25, n. 23. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.23.2000980>. Acesso em: 08.mai.2021
- CHU, D. K.; AKL, E. A.; DUDA, S. *et al.* Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet.** v. 395, p. 973-1987. 2020. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31142-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31142-9). Acesso em: 10.mai.2021.
- HILL, A. B. The environment and disease: association or causation? **Proceedings of the Royal Society of Medicine.** v. 58, p. 295-300. 1965. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1898525/pdf/procrsmed00196-0010.pdf>. Acesso em: 10.mai.2021.
- LIMA, Y. O. R.; COSTA, E. A. Implementação do Regulamento Sanitário Internacional (2005) no ordenamento jurídico-administrativo brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva.** v. 20, n. 6, p.1773-1783. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015206.06552014>. Acesso em: 10.mai.2021.

- MERTENS, P.; DE VOS, N.; MARTINY, D. *et al.* Development and potential usefulness of the COVID-19 Ag Respi-strip diagnostic assay in a pandemic context. **Frontiers in Medicine**. v. 7, p. 225. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.00225>. Acesso em: 10.mai.2021.
- MUNSTER, V. J.; KOOPMANS, M.; VAN DOREMALEN, N. *et al.* A novel coronavirus emerging in china - key questions for impact assessment. **The New England Journal of Medicine**. v. 382, p. 692-694. 2020. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmp2000929>. Acesso em: 10.mai.2021.
- OH, J.; LEE, J. K.; SCHWARZ, D. *et al.* National response to COVID-19 in the Republic of Korea and lessons learned for other countries. **Health Systems and Reform**. v. 6, 1ed., 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23288604.2020.1753464>. Acesso em: 11.mai.2021.
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Regulamento Sanitário Internacional (RSI)**. 2016. Disponível em: <http://www.who.int/ihr/publications/9789241580496/es/>. Acesso em: 01.mar. 2021.
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV)**. Geneva: World Health Organization. 2020. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov)). Acesso em: 08.mai.2021.
- OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Módulos de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades (MOPECE)**. Módulo 2: Saúde e doença na população. 48p. Brasília-DF, 2010. Disponível em: [http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo\\_principios\\_epidemiologia\\_2.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo_principios_epidemiologia_2.pdf). Acesso em: 08 mai 2021.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR. Secretaria Municipal de Saúde. **Centro de Informações Estratégicas de Vigilância em Saúde do Município de Salvador**. 2007. Disponível em: <http://www.cievs.saude.salvador.ba.gov.br>. Acesso em: 12.mai.2021.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR. Secretaria Municipal da Saúde. Portaria 305/2009. Institui o Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde de Salvador - CIEVS Salvador, define suas atribuições, composição e coordenação. **Diário Oficial do Município de Salvador**. nº. 5.006 de 04 de novembro de 2009. Disponível em: <http://www.cievs.saude.salvador.ba.gov.br/download/portaria-no-305-2009-de-26-de-outubro-de-2009/?wpdmdl=2581&refresh=6109b5ff3f3381628026367>. Acesso em: 12.jun.2021.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR. Secretaria Municipal da Saúde. Portaria nº. 545/2016. Aprova o regulamento interno do Centro de Informações Estratégicas de Vigilância em Saúde de Salvador, que se publica como anexo desta Portaria para que produza os efeitos administrativos decorrentes. **Diário Oficial do Município de Salvador**. nº. 6.712 de 05 a 07 de novembro de 2016. Disponível em: <http://www.saude.salvador.ba.gov.br/diario-oficial/>. Acesso em: 12.jun.2021.
- RIENSEN, W. K. Landscape epidemiology of vector-borne diseases. **Annual Review Entomology**. v. 55, p. 461-483. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085419>. Acesso em: 12.mai.2021.
- VANDENBERG, O.; MARTINY, D.; ROCHAS, O. *et al.* Considerations for diagnostic COVID-19 tests. **Nature Reviews Microbiology**. v. 19, p. 171-183. 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41579-020-00461-z>. Acesso em: 12.mai.2021.

- WALDMAN, E. A. **Vigilância em Saúde Pública**. Série Saúde & Cidadania. v. 7, 267p. São Paulo-SP: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1998. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude\\_cidadania\\_volume07.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_cidadania_volume07.pdf). Acesso em: 12.mai.2021.
- WEI, W. E.; LI, Z.; CHIEW, C. J. *et al.* Presymptomatic Transmission of SARS-CoV-2 - Singapore, January 23-March 16, 2020. **Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)**. v. 69, n. 14, p. 411-415. 2020. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6914e1>. Acesso em: 12.mai.2021.
- WILSON, K.; MCDUGALL, C.; FIDLER, D. P. *et al.* Strategies for implementing the new International Health Regulations in federal countries. **Bulletin World Health Organ**. v. 86, n. 3, p. 215-220. 2008. Disponível em: <https://www.who.int/bulletin/volumes/86/3/07-042838.pdf>. Acesso em: 10.mai.2021.
- YU, P.; ZHU, J.; ZHANG, Z. *et al.* A familial cluster of infection associated with the 2019 novel coronavirus indicating possible person-to-person transmission during the incubation period. **The Journal of Infectious Diseases**. v. 221, n. 11, p.1757-1761. 2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/jid/article/221/11/1757/5739751>. Acesso em: 10.mai.2021.
- ZHU, N.; ZHANG, D.; WANG, W. *et al.* A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. **The New England Journal of Medicine**. v. 382, p.727-33. 2020. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2001017>. Acesso em: 12.mai.2021.

## **CAPÍTULO 02**

### **ASPECTOS IMUNOLÓGICOS E GENÉTICOS DA COVID-19**

Dr<sup>a</sup>. Karen Ingrid Tasca & Dr<sup>a</sup>. Kiyoko Abe-Sandes

## ASPECTOS IMUNOLÓGICOS E GENÉTICOS DA COVID-19

Karen Ingrid Tasca<sup>2</sup> & Kiyoko Abe-Sandes<sup>3</sup>

### RESUMO

A introdução do coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2) na população humana representa uma crise médica e econômica. A capacidade de obter controle rápido da pandemia tem sido prejudicada pela falta de conhecimento detalhado sobre as interações do SARS-CoV-2 e seu hospedeiro, principalmente em relação à biologia e diversidade viral e à resposta imune dos humanos, bem como sua variabilidade genética, distribuição geográfica e diferentes culturas. Aqui, forneceremos estrutura conceitual da atuação do sistema imunológico inato e adaptativo humano contra o vírus, vinculada às observações clínicas e diferentes tipos de evolução da doença coronavírus 2019 (COVID-19). Seu curso heterogêneo também será abordado, considerando evidências de que a variabilidade, tanto nos componentes do sistema imunológico quanto no próprio genoma do hospedeiro, e a capacidade de mutação e adaptação viral, contribuem para estes diferentes desfechos clínicos. Uma melhor compreensão desses fatores imunológicos e genéticos são pré-requisitos para o desenvolvimento de marcadores diagnósticos e estratégias terapêuticas, visando atenuar a gravidade da doença e contenção da pandemia.

**Palavras-chave:** COVID-19, Imunidade adaptativa, Imunidade inata, SARS-CoV-2, Variabilidade genética.

---

<sup>2</sup> Doutora em Doenças Tropicais e licenciada em Ciências Biológicas (UNESP). Pós-doutoranda no Departamento de Infectologia / Doenças Tropicais e coordenadora clínica de protocolos na Faculdade de Medicina de Botucatu/UNESP. E-mail: karenitasca@hotmail.com.

<sup>3</sup> Doutora em Genética (USP) e licenciada em Ciências Biológicas (UFBA). Docente no Instituto Gonçalo Moniz (FIOCRUZ/BA). Cientista-chefe na Singular Medicina de Precisão. E-mail: kiyokoabesandes@gmail.com.

## Uma visão geral da resposta imunológica antiviral

Nosso corpo consegue identificar microrganismos e substâncias exógenas com potencial infeccioso e/ou tóxico. Quando isso acontece, como no caso da infecção pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2, em inglês: *Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*), um mecanismo de defesa complexo entra em ação: nosso sistema imunológico. De forma geral, o sistema imunológico inato reconhece rapidamente a infecção e dispara “alarmes”, sinalizando o “perigo” (WEAVER e MURPHY, 2016; SETTE e CROTTY, 2021), ocorrendo já nas primeiras horas após a infecção.

Assim, a resposta imune inata serve a três propósitos principais: (1) restrição da replicação viral dentro das células infectadas; (2) criação de um estado antiviral no ambiente do tecido local, incluindo o recrutamento de células efetoras do sistema imune inato; e (3) iniciação da resposta imune adaptativa (SETTE e CROTTY, 2021). As duas primeiras atividades supracitadas diminuem tanto a replicação quanto a disseminação do vírus. Já a terceira, é considerada um requisito no combate ao patógeno, pois a resposta imune adaptativa é lenta devido à necessidade intrínseca de selecionar e expandir *pools* de células B e T específicas para diferentes estruturas e seqüências moleculares do vírus (SETTE e CROTTY, 2021), as quais serão apresentadas adiante, de modo mais detalhado.

Vale lembrar que, apesar da existência dessa resposta extremamente eficiente, quando há uma grande exposição de partículas infecciosas ou, no caso do sistema imunológico se encontrar debilitado, ou ainda dependendo da variabilidade genética do hospedeiro - ser favorável ou não contra aquela infecção especificamente -, o organismo pode não conseguir conter a infecção no tempo necessário para impedir danos a órgãos e tecidos, que podem ser temporários, permanentes ou até mesmo levar a morte (MACHADO *et al.*, 2004).

### Resposta inata

A imunidade inata é a primeira defesa contra vírus e outros agentes infecciosos, desempenhando papel crucial no seu reconhecimento precoce e desencadeando uma condição pró-inflamatória. Ela tem início quando proteínas celulares, denominadas “receptores de reconhecimento de padrões” (em inglês, *pattern recognition receptors* - PRRs), identificam estruturas microbianas específicas, chamadas “padrões moleculares associados a patógenos” (*pathogen-associated molecular pattern* - PAMPs) (MOGENSEN, 2009; CHOW *et al.*, 2015). Entre os PAMPs mais conhecidos estão os lipopolissacarídeos (LPS), peptidoglicano (PGN), lectina ligadora de manose (MBL), DNA, RNA, lipoproteínas e outras moléculas encontradas em microrganismos. Já alguns exemplos de PRRs, estão os receptores *toll-like* (TLRs), receptores de lectina tipo C (CLRs), *NOD-like receptors* (NLRs) e sensores de DNA (CHOW *et al.*, 2015; KAWAI e AKIRA, 2011; KELL e GALE, 2015; BERMEJO-JAMBRINA *et al.*, 2018). Na infecção pelo retrovírus SARS-CoV-2, o ssRNA (fita simples) e dsRNA (fita dupla) são alguns dos PAMPs mais atuantes (KHOSROSHAHI *et al.*, 2021), além da proteína M SARS-CoV citosólica e a própria *spike*, sendo que esta última interage com TLR2 (DOSCH *et al.*, 2009). Entretanto, outros PRRs são acionados neste caso, como o TLR3 e TLR7, ambos endossômicos (TOTURA *et al.*, 2015).

Após estabelecida a ligação do complexo “PAMP-PRR” extra ou intracelular, nosso organismo produz sinais de alerta, indicando que uma invasão precisa ser combatida. Muitas vias de sinalização podem ser ativadas como o fator de transcrição nuclear- $\kappa$ B (NF- $\kappa$ B) e as proteínas quinases ativadas por mitogênicos (MAPKs) que, por sua vez, induzem a expressão de citocinas pró-inflamatórias, moléculas de adesão, quimiocinas, imunorreceptores e *interferons* (IFNs), indispensáveis na montagem da imunidade antiviral. Em comparação

com outros vírus respiratórios, a infecção por SARS-CoV-2 leva a uma resposta transcricional antiviral mais baixa, marcada por baixos níveis de IFN-I e IFN-III e elevada expressão de quimiocina, o que poderia explicar o estado de doença pró-inflamatória associado à COVID-19 (BLANCO-MELO *et al.*, 2020). Uma resposta de IFN do tipo I inicial mais robusta, provavelmente, seria determinante para menor gravidade desta doença (ARUNACHALAM *et al.*, 2020).

Outro mecanismo estimulado ainda na resposta imune inata é o sistema complemento, constituído de glicoproteínas plasmáticas que apresentam atividade proteolítica, ativando vários elementos em cascata na tentativa de conter a infecção. De forma geral, ocorre fagocitose de microrganismos, liberação mais intensa de mediadores inflamatórios e de proteínas de fase aguda e lise osmótica da célula-alvo, promovendo, posteriormente, a interface com a imunidade adaptativa (MOGENSEN, 2009). No caso do SARS-CoV, após sua ligação com a lectina ligadora de manose (MBL), há deposição de C4 no vírus e, em modelos experimentais, este foi o fator responsável por reduzir sua capacidade de infecção (ZHOU *et al.*, 2010). Certos polimorfismos genéticos de MBL associados aos seus níveis mais baixos no soro também foram associados à suscetibilidade ao SARS-CoV (ZHANG *et al.*, 2005). Ademais, evidências de deposição de C3a em amostras de biópsia pulmonar e aumento dos níveis séricos de C5a foram observados em pacientes com COVID-19 grave que vieram a óbito (GAO *et al.*, 2020). Sabe-se, inclusive, que a ativação do complemento deve ser controlada, pois ela reflete em coagulação intravascular disseminada, inflamação, morte celular, insuficiência em múltiplos órgãos e morte (BOECHAT *et al.*, 2021).

Mas, afinal, quais são as células envolvidas na imunidade inata? Estas células, denominadas monócitos/macrófagos, neutrófilos, células dendríticas (*dendritic cells* - DCs) e células *natural killer* (NK), serão apresentadas na sequência, cada uma com sua função efetora na contextualização da COVID-19.

Macrófagos e DCs são células apresentadoras de antígenos profissionais (*antigen-presenting cell* - APCs), sendo que o número destas células, bem como sua vida útil periférica, aumenta durante a infecção na tentativa de recrutar outras células do sistema imune para prevenir a disseminação do vírus (LAM e LANIER, 2017; VONO *et al.*, 2017; NAUMENKO *et al.*, 2018). As células dendríticas contribuem para uma memória imunológica eficaz, afinal elas retêm o antígeno nos órgãos linfoides por extenso período (GERMAIN, 1994). Os macrófagos apresentam múltiplas funções, desde capacidade microbicida com alta produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e de reparo tecidual com estímulos de fibroblastos, até atividade reguladora, quando ocorre produção da citocina anti-inflamatória IL-10 (MOSSER e EDWARDS, 2008). Partículas virais e o genoma do SARS-CoV foram identificados em linfócitos e monócitos circulantes após a disseminação sistêmica do vírus (GU *et al.*, 2005), além de estar presente também em macrófagos (YANG, 2020). Os monócitos e macrófagos podem estar envolvidos nas reações de hipersensibilidade e exacerbação que contribuem para o dano tecidual, principalmente a lesão pulmonar resultante de sua disfunção e distúrbio respiratório decorrente da COVID-19 (MEIDANINIKJEH *et al.*, 2021). Foi observado também que o aumento da expressão de DC-SIGN (*Dendritic Cell-Specific Intercellular Adhesion Molecule-3-Grabbing Non-integrin*) também pode ser envolvido na patogênese da infecção por SARS-CoV-2, sendo associada à doença mais grave observada especialmente em idosos (BORGES *et al.* 2021).

Outra população de células indispensável na defesa antiviral inicial são os neutrófilos devido a sua capacidade de fagocitose e de destruir microrganismos. Eles secretam mediadores inflamatórios e produzem uma espécie de “armadilhas extracelulares” (*neutrophil extracellular traps* - NETs) (NAUMENKO *et al.*, 2018), compostas por substâncias dos grânulos e componentes nucleares que anulam fatores de virulência e destroem microrganismos extracelulares (BRINKMANN *et al.*, 2004). No entanto, os neutrófilos também podem exercer uma estratégia de “cavalo de Tróia”, como o que ocorre na infecção pelo vírus do Nilo Ocidental, cuja replicação viral dentro destas células é elevada, contribuindo para a disseminação do vírus no hospedei-

ro (BAI *et al.*, 2010; NAUMENKO *et al.*, 2018). Em um estudo envolvendo necrópsia de pacientes vítimas da COVID-19 (VERAS *et al.*, 2020), evidenciou-se um aumento na concentração de NETs em amostras de plasma, aspirado traqueal e tecido pulmonar destes indivíduos, além da constatação de neutrófilos circulantes infectados com SARS-CoV-2 em alta escala.

É bem documentado também o papel protetor das células NK contra células infectadas por vírus. Essas células exibem várias funções, como a indução da citólise de células-alvo através do estímulo de seus grânulos citotóxicos contendo perforinas e granzimas, que respectivamente criam poros na membrana das células-alvo e penetram nessas células. Outra função efetora das NK é a destruição de células revestidas por anticorpos, pelo mecanismo de “citotoxicidade celular dependente de anticorpos” (*antibody-dependent cellular cytotoxicity* - ADCC). A ativação precoce e robusta de células NK foi relatada na infecção por arbovírus (vírus do Nilo Ocidental, dengue e vírus Zika). Células NK periféricas e teciduais podem atuar diretamente contra células infectadas (especialmente DCs), desencadeando citotoxicidade ou produção intensa de IFN, contribuindo para o controle da viremia (MAUCOURANT *et al.*, 2019). Um estudo concluiu que ADCC mediada por células NK, pode contribuir para o controle viral em pacientes com COVID-19 (PINTO *et al.*, 2020). Outro trabalho realizado por Wang *et al.* (2020) relatou aumento de células T CD4+ e diminuição no número de células NK, bem como seu comprometimento funcional, em pacientes com COVID-19 no estágio grave da infecção, o que sugere a patogênese da infecção grave por SARS-CoV-2.

Vale ressaltar que a desregulação ou desequilíbrio da resposta imune inata também pode ocorrer na fisiopatologia das doenças virais. Uma vez que a imunidade inata exibe armas letais para destruir invasores de patógenos, também pode danificar o tecido do hospedeiro devido a uma superprodução de mediadores inflamatórios, como citocinas, NETs e espécies reativas de oxigênio (EROs) (NAUMENKO *et al.*, 2018; TAY *et al.*, 2020). As infecções virais podem causar consequências imunopatológicas ao hospedeiro. Na patogênese do hantavírus, as DCs produzem várias citocinas que podem levar a um aumento da ativação das células imunes (células NK, T e B), o que contribui para o dano vascular ao atacar as células endoteliais ou ao aumentar a permeabilidade vascular (SCHÖNRICH e RAFTERY, 2019). A gravidade das doenças causadas por vírus influenza A, incluindo disfunção pulmonar e casos fatais, foram associadas ao intenso estado inflamatório decorrente da ação exacerbada de neutrófilos e DCs, o grande número de monócitos infiltrantes / macrófagos e o meio de citocinas (LAMICHHANE e SAMARASINGHE, 2019). Na “tempestade de citocinas” causada por vários vírus, incluindo o SARS-CoV-2, uma produção elevada de citocinas pode ocorrer e causar danos a múltiplos órgãos, piorando a condição clínica do paciente (TAY *et al.*, 2020).

## **Resposta adaptativa celular**

Após a fagocitose do patógeno e a sua digestão pelas células apresentadoras de antígenos profissionais (APCs), diferentes fragmentos do antígeno são transportados para a superfície celular pelo complexo principal de histocompatibilidade classe I e II (MHC-I e II), para desencadear a resposta imune adaptativa (BERMEJO-JAMBRINA *et al.*, 2018; VONO *et al.*, 2017; NAUMENKO *et al.*, 2018). Os peptídeos ligados ao MHC são reconhecidos pelo receptor de células T (TCR) presente na superfície das células T *naive*, levando à sua ativação e posteriormente à diferenciação em subconjuntos específicos de linfócitos T, dependendo do estímulo e do ambiente imunológico. As moléculas do MHC-I, presentes na maioria das células nucleadas, são reconhecidas principalmente pelo TCR de células T CD8+, enquanto aquelas do MHC-II, presentes em APCs, são reconhecidas pelo TCR das células T CD4+. Em humanos, três *loci* codificam as moléculas de classe I, denominadas antígeno leucocitário humano: HLA-A, HLA-B e HLA-C (ABAS *et al.*, 2015), sendo que eles são considerados os principais candidatos para susceptibilidade genética a infecções (MATZARAKI *et al.*, 2017),

inclusive em estudos envolvendo o SARS-CoV-2 (NGUYEN *et al.*, 2020; TOMITA *et al.*, 2020). Um exemplo é o HLA-B\*15:03, que mostrou a maior capacidade de apresentar peptídeos de SARS-CoV-2 altamente conservados que são compartilhados entre coronavírus humanos comuns, sugerindo que indivíduos portadores deste alelo poderiam apresentar imunidade baseada em células T de proteção cruzada (NGUYEN *et al.*, 2020).

O sistema imune adaptativo tem como principais características a memória e a especificidade, ou seja, é capaz de reconhecer novamente a invasão por um mesmo patógeno de forma muito rápida e eficaz graças aos seus componentes celulares: os linfócitos T CD4+, T CD8+ e células B, que identificam, neutralizam e destroem os invasores (ABAS *et al.*, 2015). Já na primeira semana após o início dos sintomas relacionados à COVID-19, células T específicas para o SARS-CoV-2 foram encontradas na circulação sanguínea de pacientes com doença moderada que se recuperaram totalmente (THEVARAJAN *et al.*, 2020). A presença dessas células na fase aguda exibiu um fenótipo citotóxico altamente ativado, enquanto as células da fase convalescente eram polifuncionais e exibiram um fenótipo de memória (BOECHAT *et al.*, 2021). Entretanto, as respostas das células T CD4+ ao SARS-CoV-2 são mais proeminentes do que as respostas das células T CD8+ (GRIFONI *et al.*, 2020; SEKINE *et al.*, 2020) e foram associadas ao controle da infecção primária por SARS-CoV-2 (RYDZNSKI MODERBACHER *et al.*, 2020).

Mais especificamente sobre as células T CD4+, são elas que orquestram o sistema imunológico efetor em resposta contra uma grande variedade de vírus devido a sua capacidade de estimular a produção de anticorpos pelas células B, potencializar a função de células T CD8+ e gerar uma memória imunológica. Linfócitos T CD4+ podem se diferenciar em subpopulações distintas de células T auxiliares (Th, *helper*), como Th1, Th2, Th17 e células T reguladoras (Treg), sendo que cada um destes perfis desempenha uma resposta efetora diferente e específica (ZHU *et al.*, 2010). Respectivamente, Th1 e Th2 são responsáveis pela imunidade celular e humoral, e seus principais fatores de transcrição são a proteína contendo T-box expressa em células T (T-bet) e a proteína-3 ligadora de GATA (GATA-3).

Já as células Th17 exercem papel tanto protetor (mantendo a homeostase da mucosa intestinal, por exemplo), quanto ação pró-inflamatória após ativação do receptor- $\gamma$ t órfão relacionado ao ácido retinoico (ROR $\gamma$ T). Em contrapartida, as células Treg são caracterizadas pela expressão do fator de transcrição *forkhead protein p3* (FoxP3), exercendo também duplo papel nas infecções virais. Essas células podem controlar uma inflamação exagerada e destrutiva por um lado e, por outro, elas podem inibir as respostas de células T específicas antivirais, facilitando a persistência do patógeno e a progressão da doença (ZHU *et al.*, 2010; ZUNIGA *et al.*, 2015). Considera-se, portanto, que um equilíbrio adequado entre as células Th17 / Treg é essencial para a resolução de doenças virais, bem como a ação de cada uma delas em uma determinada fase da doença.

Células T CD4+ específicas para a proteína *spike* do SARS-CoV-2, com um perfil de citocinas de células Th1, foi demonstrado especialmente em infecções agudas (WEISKOPF *et al.*, 2020), sendo este um perfil predominante nas infecções virais. Já as células Th2, inicialmente haviam sido alvos de preocupações sobre seu potencial no desvio imunológico e patogênese da doença (PEEPLS, 2020), no entanto, sabe-se que as células T CD4+ específicas para SARS-CoV-2 de pacientes consistentemente não têm características Th2 (GRIFONI *et al.*, 2020; RYDZNSKI MODERBACHER *et al.*, 2020).

Quanto às Treg, seu número absoluto foi significativamente menor em casos graves (QIN *et al.*, 2020), o que demonstra sua importância no controle e manutenção de uma resposta imune inflamatória exacerbada. Já uma população aumentada de Th17, que também pode estar associada à IL-6 elevada além da própria IL-17, medeia a ativação de monócitos / macrófagos, células dendríticas e neutrófilos e aumenta a produção de citocinas (IL-1, IL-6, IL-8, IL-21, TNF- e MCP-1) por essas células, contribuindo assim para a tempestade de citocinas (HOTEZ *et al.*, 2020). Uma observação importante é que em uma infecção grave por vírus sincicial

respiratório, já havia relato de que a IL-17 causa uma produção exagerada de muco, aumenta a infiltração de neutrófilos nos pulmões e parece diminuir a resposta das células T CD8+ efetoras ao exercer uma regulação negativa da ativação de T-bet, diminuindo o *clearance* viral (MANGODT *et al.*, 2015).

Aliás, as células T CD8+ são críticas para a eliminação de muitas infecções virais devido a sua capacidade de matar as células infectadas, o que acontece após o reconhecimento do MHC-I, quando elas se tornam citotóxicas (CTLs). A apoptose celular ocorre através da secreção de granzima B e perforina, e pode ser também mediada por FasL / Fas, além dessas células serem potenciais produtoras de citocinas, como IFN- $\gamma$  e TNF (ZUNIGA *et al.*, 2015; DUAN e THOMAS, 2016), que também contribuirão para a eliminação do patógeno. Na infecção por SARS-CoV-2, a presença de células T CD8+ específicas para vírus foi encontrada já na fase aguda da doença (RYDYZNSKI MODERBACHER *et al.*, 2020), e sua presença foi associada ao melhor prognóstico do paciente (RYDYZNSKI MODERBACHER *et al.*, 2020; PENG *et al.*, 2020). Tais células possuem especificidade para uma gama de proteínas do SARS-CoV-2, como a *spike* e a proteína M (GRIFONI *et al.*, 2020; PENG *et al.*, 2020; SEKINE *et al.*, 2020).

Curiosamente, um aumento na amplitude da resposta de células T CD8+ específicas foi observado também durante a fase de resolução da doença, com pico em aproximadamente 6 semanas (KARED *et al.*, 2021). E, tanto a amplitude quanto a magnitude geral destas células, podem depender de vários fatores virais ou do hospedeiro, como a carga viral no momento da infecção, a gravidade da doença em sua evolução e o início da resposta das células T, que pode ser afetada pelo ambiente inflamatório resultando em um início tardio da imunidade adaptativa, e também da diversidade do repertório de células T (KARED *et al.*, 2021), bem como a variabilidade interindividual relacionada a fatores genéticos. Além disso, sugere-se que os pacientes com doença grave montam uma resposta de células T CD8+ de memória mais eficaz à infecção por SARS-CoV-2, o que pode, inclusive, levar a uma proteção durável contra a reexposição (KUSNADI *et al.*, 2021).

Entretanto, o comprometimento na função dessas células do sistema imune adaptativo, seja a população de auxiliares ou aquelas citotóxicas, apresentam estreita relação com o pior prognóstico da doença. Nesse sentido, sabe-se que a linfopenia (T CD4+, T CD8+, células B e NK) e até a redução de monócitos, eosinófilos e basófilos em alguns casos, são achados característicos em pessoas com COVID-19, sendo ainda mais intensos naquelas que apresentam a forma mais grave da doença (QIN *et al.*, 2020; DU *et al.*, 2020; LINDSLEY *et al.*, 2020). O primeiro estudo de necropsia de um paciente com COVID-19 e síndrome respiratória aguda mostrou níveis notavelmente reduzidos de células T CD4+ e CD8+ circulantes, associadas a fenótipos de hiperativação (Th17 e citotoxicidade) (XU *et al.* 2020). Tal linfopenia pode se associar a diversos mecanismos além da ativação e ação inflamatória de citocinas (DIAO *et al.* 2020), incluindo os altos níveis de expressão de moléculas pró-apoptóticas, como FAS (também conhecido como CD95), TRAIL ou caspase 3 (MATHEW *et al.*, 2020) e a própria diminuição da produção de linfócitos / linfopoiese (ROKNI *et al.*, 2020).

## **Resposta adaptativa humoral**

Além da resposta imune celular, a imunidade humoral atua no controle da infecção viral. Após estímulo de células B *naive* diretamente por antígenos através dos receptores de células B (BCR), essas células podem atuar como APCs, processando e apresentando moléculas de MHC-II. Há maior proliferação e diferenciação tanto de células B de memória quanto de plasmócitos, que são células secretoras de anticorpos / imunoglobulinas (Ig). Nos mamíferos estão presentes cinco classes de anticorpos com base em suas propriedades físico-químicas, estruturais e imunológicas: IgA, IgD, IgE, IgG e IgM (MAZZINI *et al.*, 2021). A IgM específica do vírus é observada em uma infecção viral primária, ou seja, ativa, seguida pela produção de IgG e uma resposta protetora mais durável, que pode afirmar contato prévio com o agente infeccioso independentemente da ausência de sintomas / resolução da infecção.

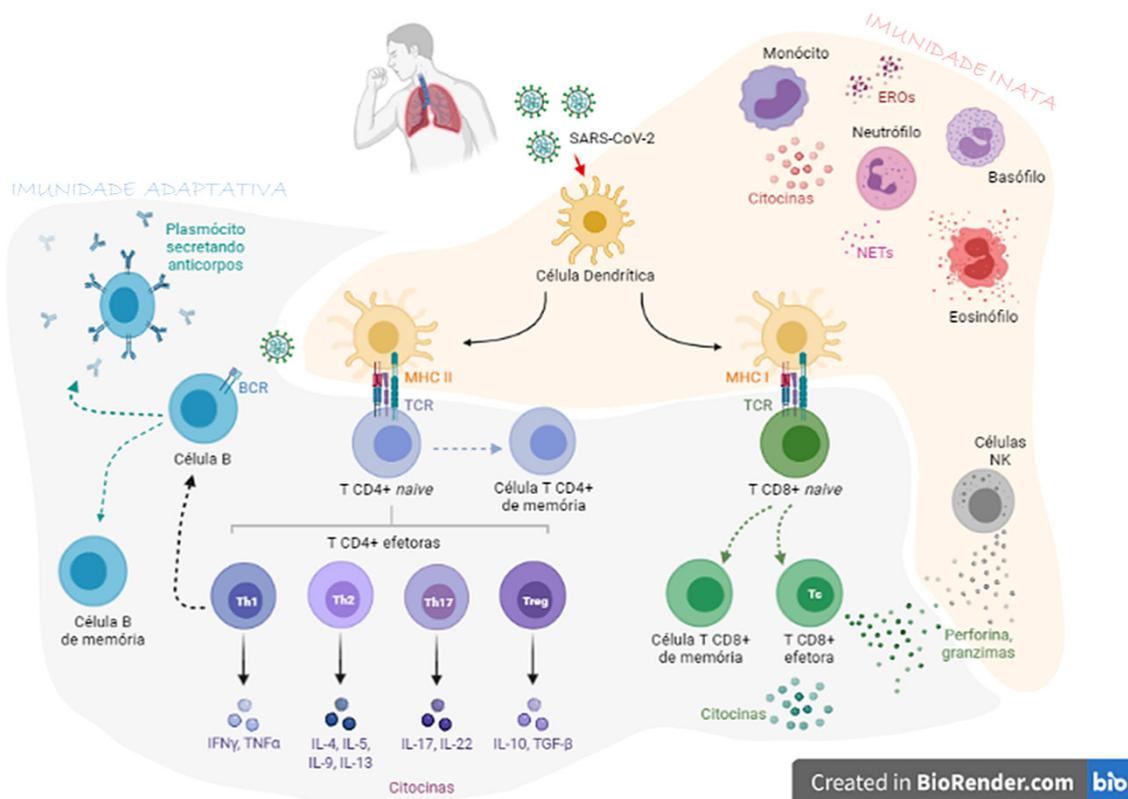
Os anticorpos circulam livremente e evitam a entrada do vírus em células-alvo para limitar a inflamação e a destruição do tecido, enquanto respostas posteriores podem ajudar a eliminar o vírus e proteger o hospedeiro de reinfecções (LAM *et al.*, 2020). A neutralização de vírus significa que a infecciosidade viral foi prejudicada devido à ligação de anticorpos ou componentes do complemento à superfície viral. Os principais mecanismos de neutralização da infecciosidade viral mediada pelo complemento incluem virólise, agregação / opsonização e fagocitose por meio de receptores do complemento (CRs) presentes nas células (AGRAWAL *et al.*, 2017). Esses mecanismos foram observados na neutralização do vírus linfotrópico de células T humanas (HTLV) e no coronavírus SAR (IKEDA *et al.*, 1998; IP *et al.*, 2005), bem como a deposição de C3b que se mostrou necessária para a neutralização do vírus da dengue (AVIRUTNAN *et al.*, 2011).

Às vezes, anticorpos não neutralizantes provam ser benéficos para o vírus, pois, ao invés de neutralizar e promover a aniquilação do SARS-CoV-2, acabam se ligando a ele de uma forma “frouxa”, facilitando sua entrada e replicação na célula alvo por meio do fenômeno conhecido como amplificação dependente de anticorpos (*antibody-dependent enhancement* ou ADE), exacerbando ainda mais os danos aos órgãos. Em contraste, os anticorpos neutralizantes bloqueiam a infecção viral porque o SARS-CoV-2 é reconhecido e fagocitado pelos macrófagos alveolares, levando à eliminação viral e diminuição do dano pulmonar, o que reflete na recuperação do paciente (TAY *et al.*, 2020). Ademais, os anticorpos neutralizantes se desenvolvem rapidamente na maioria das pessoas infectadas pelo SARS-CoV-2, exibindo pouca ou nenhuma hipermutação somática (GAEBLER *et al.*, 2020; ROBBIANI *et al.*, 2020) e se desenvolvem a partir de células B *naive*, não a partir de células B de memória reativa cruzada pré-existentes (NG *et al.*, 2020; SHROCK *et al.*, 2020).

Mudanças nas subpopulações de células B circulantes foram observadas em pacientes com COVID-19. Vários estudos mostraram que a forma grave da doença é caracterizada por um aumento na proliferação e hiperativação de plasmablastos (um tipo de diferenciação das células B), com diminuição relativa nas células B de memória, assim como descobriram que essas alterações coincidiram com a gravidade da inflamação e desapareceram com a convalescença (DE BIASI *et al.*, 2020; KURI-CERVANTES *et al.*, 2020; BERNARDES *et al.*, 2020). Além disso, o grau e a duração da proteção conferida pela resposta fornecida pelas células B ainda precisam ser determinados, mas algumas descobertas levantaram preocupações de que a imunidade humoral contra a SARS-CoV-2 pode não ser tão duradoura, especialmente em pessoas que apresentaram doença leve (IBARRONDO *et al.*, 2020).

Entretanto, as ações da imunidade adaptativa, principalmente via células T e células B, são caracterizadas pela diversificação genética somática de respostas antígeno-específicas (MOENS e MEYTS, 2020). Atualmente são conhecidos vários genes de resistência ou suscetibilidade a diferentes vírus ou doenças crônicas. Deste modo, fica claro que a genética desempenha um papel significativo na forma como a imunidade responde ao SARS-CoV-2. E ainda, considerando que os mecanismos intrínsecos (hospedeiro) e extrínsecos (vírus) são determinantes para conter, de fato, a evolução para casos graves de COVID-19, a heterogeneidade genética pode responder outras questões comumente consideradas na busca da contenção da pandemia. Existem diferenças na imunidade ao SARS-CoV-2 entre populações de diferentes regiões geográficas? E por quais motivos as pessoas apresentam evolução clínica tão diferente? Parte destas respostas envolvem os distintos genomas desses grupos de pessoas, bem como das constantes mutações virais. Milhares de variantes (ou alelos) possíveis foram identificados nestas populações e nem todos eles são igualmente eficazes no combate a um novo vírus. A frequência desses alelos varia de uma população para outra devido às migrações anteriores e sua adaptação a diferentes ambientes, o que será discutido na próxima seção.

Um resumo dos principais componentes do sistema imunológico envolvidos na resposta contra o SARS-CoV-2 está ilustrado na figura 1.



**Figura 1.** Visão geral da resposta imune inata (fundo laranja) e adaptativa (fundo cinza) após infecção pelo SARS-CoV-2. Legenda: EROS - espécies reativas de oxigênio; NETs - *neutrophil extracellular traps*; NK - *natural killer*; MHC - complexo principal de histocompatibilidade; TCR – receptor de células T; BCR - receptor de células B; Th - linfócitos T helper; Tc - linfócitos T citotóxicos; IL - interleucinas; IFN $\gamma$  - *interferon* gama; TNF - fator de necrose tumoral alfa; TGF- $\beta$  - fator de crescimento transformador beta. Fonte: Criado no site BioRender.com.

## Variabilidade genética humana e da população brasileira

Denominamos de variabilidade genética ou diversidade genética o conjunto de variantes presentes no genoma de uma determinada espécie. Uma variante genética é qualquer alteração (mutação) no material genético, seja ela pequena, como as variantes de nucleotídeos únicos (SNVs), como substituições de nucleotídeos, pequenas inserções e deleções (indels), ou grande, como as alterações no número de cópias (CNVs) que incluem grandes deleções, duplicações, inserções. O conjunto de variantes presentes num indivíduo (variabilidade genética individual) faz com que cada indivíduo seja único, ou seja, dois indivíduos são diferentes por portarem alterações (variantes genéticas) diferentes. A forma como o organismo responde às diferentes infecções, variações no ambiente, resposta às drogas, entre outras características, depende das variantes genéticas que eles portam (NUSSBAUM *et al.*, 2016).

A análise do genoma de 2.504 indivíduos de 26 populações (África, Leste Asiático, Europa, Sul da Ásia e América) detectou 84,7 milhões de SNVs, 3,6 milhões de indels e 60.000 variantes estruturais. Cerca de 40 milhões de SNVs e indels eram novos, identificados principalmente em populações africanas (28% das novas variantes) e do sul da Ásia (que respondem por 24% das novas variantes). Foi observado também que um genoma contém cerca de 2.100 a 2.500 variantes estruturais (THE 1000 GENOMES PROJECT CONSORTIUM, 2015). Observou-se ainda que, aproximadamente, 2.000 variantes por genoma estão associadas a características complexas (doenças comuns, como hipertensão) e 24-30 variantes por genoma estão impli-

cadadas em doenças raras quando comparado com dados do *ClinVar* (Banco público de variantes genéticas que relaciona as variantes com fenótipos e evidências de apoio).

A maioria das variantes mais frequentes foi identificada em amostras com ancestralidade europeia, certamente, pelo fato dessa população ter sido mais estudada do ponto de vista genético. Os dados mostram um panorama da diversidade da nossa espécie, entretanto, algumas populações não foram ou foram pouco amostradas, por exemplo, a população brasileira. Portanto, a utilização de dados desses bancos deve ser feita com cautela.

A população brasileira é uma das mais heterogêneas do mundo, fruto da contribuição inicial de ameríndios, europeus e africanos na sua formação. Até 1500, o número de nativos americanos vivendo no Brasil era de cerca de 2,5 milhões (SALZANO e FREIRE-MAIA, 1970; BETHELL, 1999). Calcula-se que entre 1820 e 1975, tenham entrado no Brasil em torno de 6 milhões de europeus; destes, 1.732.000 eram portugueses, 1.619.000 italianos, 649.000 espanhóis, 250.000 alemães e 229.000 japoneses (RIBEIRO, 1995), além de sírios e libaneses. Em 2010, cerca de 817,9 mil ameríndios viviam no Brasil de acordo com o censo realizado (IBGE, 2010).

O sequenciamento do genoma de 1.171 indivíduos latinoamericanos, fenotipicamente saudáveis (SABE-WGS-1171 [hg38]), identificou um total de 77.236.632 variantes (SNVs e indels), das quais cerca de 2 milhões estão ausentes em grandes bancos de dados públicos. Foram identificadas também mais de 7.000 inserções de elementos móveis (MEIs) e mais de 2.000 variantes nos genes HLA classe I, sendo que aproximadamente 2.000 dessas inserções e mais de 140 novos alelos de genes HLA não estão presentes no genoma humano de referência. Esses dados mostram a importância de analisar a população brasileira, pois esta pode apresentar variantes associadas a doenças, diferente de outras populações. Observou-se ainda que 394 variantes foram classificadas como patogênicas ou provavelmente patogênicas (de acordo com as diretrizes da *American College of Medical Genetics and Genomics - ACMG*) em genes com pelo menos um fenótipo com herança dominante (NASLAVSKY *et al.*, 2020; *Online Mendelian Inheritance in Man – OMIM*). Com relação à contribuição genética dos grupos ancestrais europeus, africanos e ameríndios na população brasileira, este percentual foi estimado em 68,1%, 19,6% e 11,6%, respectivamente (SOUZA *et al.*, 2019).

## Variabilidade genética humana e COVID-19

A COVID-19 é uma doença heterogênea com apresentação clínica variando desde portadores assintomáticos, indivíduos com doença respiratória aguda (DRA) ou pacientes com pneumonia em diferentes graus de gravidade, podendo ser fatal. Observa-se também agravamento e mortalidade diferencial associadas à idade, sexo, presença de comorbidades, como cardiopatias, hipertensão, diabetes, doenças respiratórias crônicas e neoplasias (WU e McGOOGAN, 2020) e alterações na estrutura e/ou na expressão em genes do hospedeiro (variabilidade genética).

O vírus entra nas células humana ligando-se a um receptor, enzima conversora de angiotensina 2 (ACE2), localizado na superfície celular, tendo sua entrada facilitada por uma enzima denominada serino protease transmembrana tipo II (TMPRSS2). Provavelmente variantes nos genes ACE2 e TMPRSS2, que alteram a função e expressão das proteínas sintetizadas por eles (ACE2 e TMPRSS2), estão associadas à suscetibilidade genética da COVID-19 (HOU *et al.*, 2020).

A análise estrutural de variantes da proteína ACE2 sugere que os alelos rs73635825 (S19P) e rs143936283 (E329G) no gene ACE2 possam oferecer algum nível de resistência contra a ligação do SARS-CoV-2 com o receptor ACE2 (HUSSAIN *et al.*, 2020), o que reduziria a suscetibilidade à COVID-19. Algumas varian-

tes nesse mesmo gene, que alteram a expressão de ACE2, já foram associados à gravidade desta síndrome. Wooster *et al.* (2020) analisaram pacientes com COVID-19 e observaram cinco polimorfismos (rs4240157, rs6632680, rs4830965, rs1476524 e rs2048683) associados à maior expressão tecidual de ACE2, os quais também foram associados à maior necessidade de hospitalização devido à COVID-19 mesmo após o ajuste para idade e sexo. Outro polimorfismo, o rs1548474, foi associado à menor expressão tecidual de ACE2 e, conseqüentemente, à menor gravidade da COVID-19, sem necessidade de hospitalização.

Os dados epidemiológicos indicam que as taxas de infecção e mortalidade são maiores nas populações europeias em comparação com as asiáticas orientais (WHO, 2020). Dois grupos de variantes no gene TM-PRSS2 (1º grupo: rs363976 [*allele* G], rs468444 [A], rs469126 [T], rs469304 [A], rs467798 [T]; 2º grupo: rs467519 [*allele* A], rs467512 [G], rs468397 [C], rs401498 [C], rs35074065 [DEL], rs463727 [A]), associadas à alta expressão, mostrou baixa frequência na Ásia e alta frequência na Europa. Além disso, as populações europeias podem ter níveis muito mais elevados de expressão pulmonar do gene TM-PRSS2 do que as populações do Leste Asiático. Essas diferenças podem explicar a maior vulnerabilidade à infecção pelo SARS-CoV-2 e melhores resultados quanto ao número de infectados e mortos observado entre essas populações (SANTOS *et al.*, 2020; RUSSO *et al.*, 2020). A maior frequência de alelos associados à alta expressão do gene TM-PRSS2 foi também observado na Europa e nas Américas, regiões que mostraram taxas de prevalência e mortalidade de COVID-19 mais elevadas (RUSSO *et al.*, 2020).

Alterações em outros genes também mostram associação com a gravidade da COVID-19. Variantes de perda de função nos genes *IRF7*, *IFNAR1*, *LR3*, *TICAM1*, *TBK1*, *IRF3*, *UNC93B1*, *IFNAR2* foram detectadas em 3,5% de pacientes com COVID-19 com a forma grave da doença e em nenhum dos casos de COVID-19 leves ou assintomáticos (ZHANG *et al.*, 2020).

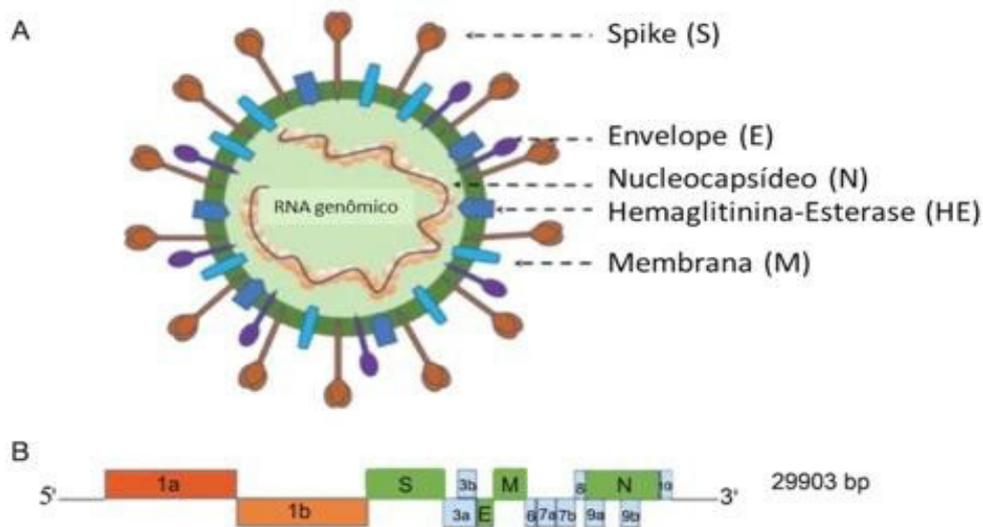
Em um estudo de associação genômica (GWS) realizado em pacientes europeus (espanhóis e italianos) foi identificada uma região no cromossomo 3 (3p21.31) associada à COVID-19 grave. Nessa região encontram-se os genes *SLC6A20*, *LZTFL1*, *CCR9*, *FYCO1*, *CXCR6* e *XCRI* e a variante rs11385942-GA no gene *LZTFL1*, as quais apresentaram maior frequência nos pacientes que necessitaram de ventilação mecânica do que naqueles que receberam apenas suplementação de oxigênio (THE SEVERE COVID-19 GWAS GROUP, 2020).

## Diversidade genética do SARS-CoV-2

Análises filogenéticas mostraram que o genoma SARS-CoV-2 compartilha 99% com o genoma de um coronavírus (CoV) de pangolin, o Pangolin-CoV, 96% de identidade com o coronavírus de morcego, o BatCoV RaTG13, 79% com o vírus da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV), e 50% com o vírus da Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS-CoV). Esses achados sugerem que todos os coronavírus humanos podem ser de origem zoonótica e que a transmissão para humanos ocorreu após mutações (JIN *et al.*, 2020).

O genoma do SARS-CoV-2 é representado por uma única molécula de RNA de fita simples com tamanho de aproximadamente 30 kb, sendo o maior genoma de RNA conhecido até o momento. O seu RNA consiste em seis principais fases abertas de leitura (*Open-Reading Frames* - ORFs) que são comuns aos coronavírus e uma série de outros genes acessórios. ORF é cada uma das sequências de DNA compreendidas entre um códon de início (ATG) da tradução e um códon de terminação. Funcionalmente, o genoma do SARS-CoV-2 pode ser dividido em duas partes: a primeira corresponde aos 2/3 iniciais contendo um único gene (*ORF1ab*), e 1/3 final que contém os genes (*S*, *ORF3a*, *ORF3b*, *E*, *M*, *ORF6*, *ORF7a*, *ORF7b*, *ORF8*, *N*, *ORF10*) (Figura 2). Na região *ORF1ab*, encontram-se as sequências de aminoácidos dos sete domínios conservados da repli-

case. A proteína S (*spike*) é formada por dois domínios, o S1 e o S2. O domínio S1 corresponde ao domínio de ligação à ACE2, enquanto o domínio S2 é responsável pela fusão do vírus com a membrana celular do hospedeiro (JIN *et al.*, 2020).



**Figura 2.** (A) Representação esquemática da partícula viral, e (B) do genoma do b-Coronavírus. Fonte: Adaptado de Jin *et al.* (2020).

Como qualquer vírus, o SARS-CoV-2 sofre inúmeras mutações e, embora a maioria delas não traga benefício direto para o vírus, elas são importantes no processo evolutivo e modulação da virulência, sendo que geralmente altas taxas de mutação estão associadas a processos evolutivos (OZONO *et al.*, 2020; HU *et al.*, 2020). A primeira sequência completa do genoma do SARS-CoV-2 foi publicada em 5 de janeiro de 2020. A partir dessa data, milhares de genomas foram sequenciados em todo mundo e muitos deles estão disponíveis no banco de dados *Global Initiative on Sharing All Influenza Data* – GISAID (ELBE e BUCKLAND-MERRETT, 2017; SHU e McCAULEY, 2017).

A análise de sequências do vírus depositadas no GISAID revelou grande diversidade genética nos genomas do SARS-CoV-2. Foram identificadas 198 mutações recorrentes em 7.666 genomas analisados, dentre as quais estavam 15 em *ORF1ab* e 1 em *S* de acordo com van Dorp *et al.* (2020), enquanto Phan (2020) observou 93 mutações em 86 genomas, sendo 29 em *ORF1ab* e 8 em *S*. Já Islam *et al.* (2020) identificaram 1.528 variantes na *ORF1ab* em 2.492 sequências estudadas. Variantes em outras regiões do genoma também foram observadas, mas as atenções estavam voltadas para as variantes nas regiões *ORF1ab* e *S* devido à sua importância para a entrada do vírus na célula do hospedeiro e replicação viral. Mutações recorrentes nessas regiões são indicativas de evolução convergente e adaptação do vírus ao hospedeiro (van DORP *et al.*, 2020). Alguns aminoácidos na região do domínio de ligação ao receptor (RBD) em *S* são conservados, mostrando a importância deles nas interações com a enzima ACE2 e o anticorpo neutralizante. Esses resultados fornecem evidências da diversidade genética e da rápida evolução desse novo coronavírus (ISLAM *et al.*, 2020).

O tempo de duração da pandemia da COVID-19 e seu descontrole, com grande número de indivíduos infectados na população, podem resultar no acúmulo de mutações no genoma viral e eventualmente variantes de resistência vantajosas para o vírus podem surgir e serem selecionadas favoravelmente. No SARS-CoV, a mutação D480A/G no domínio RBD da proteína S (*spike*) fez com que essa variante se tornasse dominante entre os vírus em 2003/2004 (KORBER *et al.*, 2020) e mostrou capacidade de escapar do anticorpo neutralizante (SUI *et al.*, 2008).

## Variantes genéticas do vírus associadas a quadros graves e leves na COVID-19

Não há dúvidas de que o padrão de evolução da COVID-19 depende da variabilidade genética do vírus e do hospedeiro. Variantes genéticas do vírus podem alterar a taxa de transmissibilidade, capacidade de interação com os receptores das células do hospedeiro, velocidade de replicação e escape do sistema imunológico, entre outras características.

A COVID-19 se espalhou rapidamente por todo o mundo, com 169.597.415 casos confirmados e 3.530.582 mortes até 30 de maio de 2021. Contudo, o número de infectados e a taxa de mortalidade é muito variável nas diferentes regiões do mundo (WHO, 2021). Dados sugerem que a maioria das variantes genéticas não interfere nos desfechos clínicos, entretanto, algumas delas parecem estar associadas ao aumento na transmissibilidade e infecciosidade, por exemplo, a mutação D614G na proteína S (KORBER *et al.*, 2020). No entanto, alguns estudos não observaram essa associação (van DORP *et al.*, 2020; GRUBAUGH *et al.*, 2020).

Novas variantes identificadas no genoma SARS-CoV-2, agora denominadas variante Alfa (ou B.1.1.7, identificada no Reino Unido), variante Beta (ou B.1.351, identificada na África do Sul), variante Gama (ou B.1.1.28, identificada no Brasil) e a variante Delta (B.1.617, identificada na Índia), têm chamado a atenção porque dados epidemiológicos sugerem que elas são mais infecciosas do que a variante original (RAMBAUT *et al.*, 2020; WHO, 2020; BURKI, 2021; XIE *et al.*, 2021; PRIESEMANN *et al.*, 2021).

A variante Alfa contém 17 mutações e muitas delas já haviam sido detectadas em outras cepas virais em todo o mundo (RAMBAUT *et al.*, 2020). As substituições de nucleotídeos não sinônimas e deleções específicas da variante Alfa foram detectadas na proteína S, entre elas: N501Y, A570D, D614G, P681H, T716I, S982A, D1118H e as deleções 69-70 e Y144 (RAMBAUT *et al.*, 2020; WHO, 2020; *European Centre for Disease Prevention and Control*, 2020). Três dessas mutações são importantes, pois, potencialmente, alteram a afinidade de ligação ao receptor ACE2, facilitando a replicação viral e aumentando a gravidade da doença. A mutação N501Y e a mutação P681H estão localizadas no domínio de ligação ao receptor (*Receptor binding domain* - RBD) da proteína S. A N501Y que altera um dos seis aminoácidos no RBD e pode aumentar a afinidade ao receptor ACE2. Essa mutação em camundongos está associada ao aumento da infectividade e virulência. A terceira é a deleção na posição 69-70 que foi detectada no contexto de evasão à resposta imune (RAMBAUT *et al.*, 2020; WHO, 2020; *European Centre for Disease Prevention and Control*, 2020).

As variantes Beta e Gama têm a mutação N501Y na proteína S e as mutações E484K e K417N que podem reduzir a ligação de anticorpos ao vírus (WHO, 2020; XIE *et al.*, 2021). Já a variante Delta carrega várias mutações na proteína S, entre elas G142D e E154K no sítio antigênico, L452R e E484Q no RBD, e P681R no sítio de clivagem da furina, no limite S1/S2. Suspeita-se que essa variante seja mais transmissível pela rapidez com que a mesma se espalhou na Índia. Mutações em RBD podem, simultaneamente, tornar o SARS-CoV-2 mais infeccioso e com capacidade de escapar dos anticorpos existentes. Potencialmente, as mutações L452R e E484Q podem impedir a ligação entre o RBD e muitos anticorpos conhecidos. Algumas mutações em RBD (S494P, Q493L, K417N, F490S, F486L, R403K, E484K, L452R, K417T, F490L, E484Q e A475S) apresentam características potencialmente de “escape de vacina” (WANG *et al.*, 2021).

Em novembro de 2021 a Organização Mundial da Saúde (OMS) nomeou de Ômicron (B.1.1.529) uma nova variante do SARS-CoV-2, que foi relatada na África do Sul. Essa variante apresenta 32 alterações de aminoácidos na proteína S. Algumas delas presentes no domínio de ligação ao receptor (RBD) são compartilhadas por outras variantes do SARS-CoV-2, por exemplo, as mutações K417N, E484K, N501Y, D614G e T478K. A taxa de mutação da variante Ômicron, no motivo RBD da proteína S, é aproximadamente 5-11 vezes maior quando comparada a outras variantes (YI *et al.*, 2021). A variante Ômicron tem maior afinidade pela enzima conversora de angiotensina humana 2 (ACE2) do que a variante Delta devido a novas mutações (ex.:

N440K, G446S, Q493R, G496S, Q498R e Y505H) no domínio RBD, indicando maior potencial de transmissão (KUMAR *et al.*, 2021; WANG *et al.*, 2021).

A análise de dados combinados de variantes no vírus e dados clínicos dos pacientes, considerando desfechos leves (paciente ambulatorial, assintomático, sintomas leves que não necessitaram ser hospitalizado) e graves (pacientes que necessitaram de hospitalização e morte), revelaram duas variantes comuns, C26735T e C28311T, associadas a desfechos “graves” e a desfechos “leves”, respectivamente. Duas outras variantes na proteína S (V1176F [G25088T] e S477N [G22992A]), mostraram associação importante com a gravidade da COVID-19 e altas taxas de mortalidade (VOSS *et al.*, 2020). Foi observado também que a variante G26144T, que causa alteração do aminoácido G251V no *Orf3a*, está envolvida com o aumento da ativação do inflamasoma de NLRP3 e maior propensão para ativação de citocinas inflamatórias, levando a quadros mais graves (VOSS *et al.*, 2020).

### Considerações finais

A definição fisiopatológica da COVID-19, quando atrelada estritamente à sua origem infecciosa viral, impede seu entendimento em magnitude e complexidade, afinal, do ponto de vista imunológico e genético, há um conhecimento profundo sobre os diferentes mecanismos e mutações/características interindividuais e do próprio vírus, relacionadas aos vários prognósticos conhecidos desta doença.

Várias são as dificuldades encontradas para frear a pandemia, e algumas delas são: a existência de lacunas sobre as variantes genéticas mais importantes do ponto de vista epidemiológico e clínico; a complexidade da distribuição geográfica do patógeno e hospedeiro; e a dinâmica no desencadeamento do sistema imunológico. Além disso, com o surgimento diário de descobertas nestes campos, há necessidade de constante atualização sobre os temas pelo profissional da saúde, bem como adequações nas condutas médicas, a fim de se promover monitoramento eficaz da infecção e evolução do vírus, determinação de risco populacional e desenvolvimento de tratamentos e vacinas que, certamente, contribuirão com a diminuição de desfechos clínicos desfavoráveis.

### Referências

- ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. **Imunologia Celular e Molecular**. 8. ed. Elsevier, 2015.
- AGRAWAL, P.; NAWADKAR, R., OJHA, H. *et al.* Complement evasion strategies of viruses: an overview. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, p. 1–19, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01117>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- ARUNACHALAM, P. S.; WIMMERS, F.; MOK, C. K. P. *et al.* Systems biological assessment of immunity to mild versus severe COVID-19 infection in humans. **Science**, v. 369, p. 1210–1220, 2020.
- AVIRUTNAN, P.; HAUHART, R. E.; MAROVICH, M. A. *et al.* Complement-mediated neutralization of dengue virus requires mannose-binding lectin. **mBio**, v. 2, n. 6, p. 1–11, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/mBio.00276-11>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- BAI, F.; KONG, K. F.; DAI, J. *et al.* A paradoxical role for neutrophils in the pathogenesis of West Nile Virus. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 202, n. 12, p. 1804–1812, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/657416>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- BERMEJO-JAMBRINA, M.; EDER, J.; HELGERS, L. C. *et al.* C-Type lectin receptors in antiviral immunity and viral escape. **Frontiers in Immunology**, v. 9, p. 1–12, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00590>. Acesso em: 04 mai. 2021.

- BERNARDES, J. P.; MISHRA, N.; TRAN, F. *et al.* Longitudinal multi-omics analyses identify responses of megakaryocytes, erythroid cells, and plasmablasts as hallmarks of severe COVID-19. **Immunity**, v. 53, p. 1296-12314, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.immuni.2020.11.017>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- BETHELL, L. Notas sobre as populações americanas às vésperas das invasões européias. In: BETHELL, L. (org.). **História da América Latina: A América Colonial**. São Paulo: Edusp/ Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 1999. v. 22, p. 129-131.
- BLANCO-MELO, D. B. E.; NILSSON-PAYANT, W. C; LIU, S. *et al.* Imbalanced host response to SARS-CoV-2 drives development of COVID-19. **Cell**, 2020.
- BOECHAT, J. L.; CHORA, I.; MORAIS, A.; DELGADO, L. The immune response to SARS-CoV-2 and COVID-19 immunopathology - Current perspectives. **Pulmonology**, v. S2531-0437, n. 21, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pulmoe.2021.03.008>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- BORGES, R. C.; HOHMANN, M. S.; BORGHI, S. M. Dendritic cells in COVID-19 immunopathogenesis: insights for a possible role in determining disease outcome. **International Reviews of Immunology**, v. 40, n. 1-2, p. 108-125, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08830185.2020.1844195>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- BRINKMANN, V.; REICHARD, U.; GOOSMANN, C. *et al.* Neutrophil extracellular traps kill bacteria. **Science**, v. 303, p. 1477-1478, 2004.
- BURKI, T. Understanding variants of SARS-CoV-2. **Lancet**, v. 397, p. 462, 2021.
- CHOW, J.; FRANZ, K. M.; KAGAN, J. C. PRRs are watching you: localization of innate sensing and signaling regulators. **Virology**, p. 104–109, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.virol.2015.02.051>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- DE BIASI, S.; LO TARTARO, D.; MESCHIARI, M. *et al.* Expansion of plasmablasts and loss of memory B cells in peripheral blood from COVID-19 patients with pneumonia. **European Journal of Immunology**, v. 50, p. 1283-1294, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/eji.202048838>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- DIAO, B.; WANG, C.; TAN, Y. *et al.* Reduction and Functional Exhaustion of T Cells in Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). **Frontiers in Immunology**, v. 11, p. 827, 2020.
- DOSCH, S. F.; MAHAJAN, S. D.; COLLINS, A. R. SARS coronavirus spike protein-induced innate immune response occurs via activation of the NF-kappaB pathway in human monocyte macrophages in vitro. **Virus Research**, v. 142, n. 1–2, p. 19–27, 2009.
- DU, Y.; TU, L.; ZHU, P. *et al.* Clinical Features of 85 Fatal Cases of COVID-19 from Wuhan. A Retrospective Observational Study. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 201, n. 11, p. 1372-1379, 2020.
- DUAN, S.; THOMAS, P. G. Balancing immune protection and immune pathology by CD8+ T-Cell responses to influenza infection. **Frontiers in Immunology**, v. 7, p. 1–16, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2016.00025>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- ELBE, S.; BUCKLAND-MERRETT, G. Data, disease and diplomacy: GISAID's innovative contribution to global health. **Global Challenges**, v. 1, p. 33–46, 2017.
- EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL. Rapid Increase of a SARS-CoV-2 Variant with Multiple Spike Protein Mutations Observed in the United Kingdom. **European Centre for Disease Prevention and Control**, 2020.

- GAEBLER, C.; WANG, Z.; LORENZI, J. C. C. *et al.* Evolution of Antibody Immunity to SARS-CoV-2. **BioRxiv**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1101/2020.11.03.367391>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- GAO, T.; HU, M.; ZHANG, X. *et al.* Highly pathogenic coronavirus N protein aggravates lung injury by MASP-2-mediated complement over-activation. medRxiv. 2020 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1101/2020.03.29.20041962>. Preprint. Acesso em: 04 mai. 2021.
- GERMAIN, R. N. MHC-dependent antigen processing and peptide presentation: providing ligands for T lymphocyte activation. **Cell**, v. 76, p. 287-299, 1994.
- GRIFONI, A.; WEISKOPF, D.; RAMIREZ, S.I. *et al.* Targets of T Cell Responses to SARS-CoV-2 Coronavirus in Humans with COVID-19 Disease and Unexposed Individuals. **Cell**, v. 181, p. 1489–1501, 2020.
- GRUBAUGH, N. D.; HANAGE W. P.; RASMUNSEN A. Making sense of mutation: what D614G means for the COVID-19 pandemic remains unclear. **Cell**, v. 182, p. 794–795, 2020.
- GU, J.; GONG, E.; ZHANG, B. *et al.* Multiple organ infection and the pathogenesis of SARS. **Journal of Experimental Medicine**, v. 202, n. 3, p. 415–424, 2005.
- HOTEZ, P. J.; BOTTAZZI, M. E.; CORRY, D. B. The potential role of Th17 immune responses in coronavirus immunopathology and vaccine-induced immune enhancement. **Microbes and Infection**, v. 22, p. 165-167, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.micinf.2020.04.005>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- HOU, Y. J.; KENICHI, O.; CAITLIN, E. *et al.* SARS-CoV-2 Reverse Genetics Reveals a Variable Infection Gradient in the Respiratory. **Tract Cell**, v. 182, p. 429–446, 2020.
- HU, J.; HE, C.; GAO, Q. *et al.* The D614G mutation of SARS-CoV-2 spike protein enhances viral infectivity and decreased neutralization sensitivity to individual convalescent sera. **BioRxiv**, v. 20, p. 161323, 2020.
- HUSSAIN, M.; JABEEN, N.; RAZA, F. *et al.* Structural variations in human ACE2 may influence its binding with SARS-CoV-2 spike protein. **Journal of Medical Virology**, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/jmv.25832>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- IBARRONDO F. J.; FULCHER, J. A.; GOODMAN-MEZA, D. *et al.* Rapid decay of anti-SARS-CoV-2 antibodies in persons with mild COVID-19. **The New England Journal of Medicine**, v. 383; p. 1085-1087, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMc2025179>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- IKEDA, F.; HARAGUCHI, Y.; JINNO, A. *et al.* Human complement component C1q inhibits the infectivity of cell-free HTLV-I. **Journal in Immunology**, v. 161, n. 10, p. 5712–5719, 1998.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em 26 mai. 2021.
- ISLAM, M. R. *et al.* Genome-wide analysis of SARS-CoV-2 virus strains circulating worldwide implicates heterogeneity. **Scientific Reports**, v. 10, p. 14004, 2020.
- IP, W. K. E.; CHAN, K. H.; LAW, H. K. *et al.* Mannose-binding lectin in severe acute respiratory syndrome coronavirus infection. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 191, n. 10, p. 1697–1704, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/429631>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- JIN, Y.; YANG, H.; JI, W. *et al.* Virology, Epidemiology, Pathogenesis, and Control of COVID-19. **Viruses**, v. 12, p. 372, 2020.
- KARED, H.; REDD, A. D.; BLOCH, E. M. *et al.* SARS-CoV-2-specific CD8+ T cell responses in convalescent COVID-19 individuals. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 131, n. 5, p. e145476, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1172/JCI145476>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- KAWAI, T.; AKIRA, S. Toll-like receptors and their crosstalk with other innate receptors in infection and immunity. **Immunity**, v. 34, n. 5, p. 637–650, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2011.05.006>. Acesso em: 04 mai. 2021.

- KELL, A. M.; GALE, Jr. M. RIG-I in RNA virus recognition. **Virology**, p. 479-480, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.virol.2015.02.017>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- KHOSROSHAHI, M. L.; ROKNI, M.; MOKHTARI, T.; NOORBAKHSH, F. Immunology, immunopathogenesis and immunotherapeutics of COVID-19; an overview. **International Immunopharmacology**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.107364>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- KORBER, B.; FISHER, W. M.; GNANAKARAN, S. *et al.* Tracking changes in SARS-CoV-2 spike: evidence that D614G increases infectivity of the COVID-19 virus. **Cell**, v. 182, p. 1–16, 2020.
- KUMAR, S.; THAMBIRAJA, T. S., KARUPPANAN, K. *et al.* Omicron and Delta variant of SARS-CoV-2: A comparative computational study of spike protein. **J Med Virol.**, 2021. DOI: 10.1002/jmv.27526. Online ahead of print.
- KURI-CERVANTES, L.; PAMPENA, M. B.; MENG, W. *et al.* Comprehensive mapping of immune perturbations associated with severe COVID-19. *Sci Immunol*, v. 5, p. eabd7114, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1126/sciimmunol.abd7114>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- KUSNADI, A.; RAMÍREZ-SUÁSTEGUI, C.; FAJARDO, V. *et al.* Severely ill COVID-19 patients display impaired exhaustion features in SARS-CoV-2-reactive CD8+ T cells. **Science Immunology**, v. 6, n. 55, p. eabe4782, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1126/sciimmunol.abe4782>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- LAM, J. H.; SMITH, F. L.; BAUMGARTH, N. B cell activation and response regulation during viral infections. **Viral Immunology**, v. 33, n. 4, p. 294–306, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/vim.2019.0207>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- LAM, V. C.; LANIER, L. L. NK cells in host responses to viral infections. **Current Opinion in Immunology**, v. 44, p. 43–51, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.coi.2016.11.003>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- LAMICHHANE, P. P.; SAMARASINGHE, A. E. The role of innate leukocytes during influenza virus infection. **Journal of Immunology Research**, v. 2019, p. 1–17, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/8028725>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- LINDSLEY, A. W.; SCHWARTZ, J. T.; ROTHENBERG, M. E. Eosinophil responses during COVID-19 infections and coronavirus vaccination. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 146, n. 1, p. 1–7, 2020.
- MACHADO, P. R. L.; ARAUJO, M. I. A. S.; CARVALHO, L. *et al.* Immune response mechanisms to infections. **Anais Brasileiros de Dermatologia** [online], v. 79, n. 6, p. 647-662, 2004.
- MANGODT, T. C.; VAN HERCK, M. A.; NULLENS, S. *et al.* The role of Th17 and Treg responses in the pathogenesis of RSV infection. **Pediatric Research**, v. 78, n. 5, p. 483–491, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/pr.2015.143>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- MATHEW, D.; GILES, J. R.; BAXTER, A. E. *et al.* Deep immune profiling of COVID-19 patients reveals distinct immunotypes with therapeutic implications. **Science**, v. 369, p. eabc8511, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1126/science.abc8511>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- MATZARAKI, V.; KUMAR, V.; WIJMENGA, C.; ZHERNAKOVA, A. The MHC locus and genetic susceptibility to autoimmune and infectious diseases. **Genome Biology**, v. 18, n. 1, 2017.
- MAUCOURANT, C.; PETITDEMANGE, C.; YSSEL, H. *et al.* Control of acute arboviral infection by natural killer cells. **Viruses**, v. 11, n. 2, p. 1–15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/v11020131>. Acesso em: 04 mai. 2021.

- MAZZINI, L.; MARTINUZZI, D.; HYSENI, I. *et al.* Comparative analyses of SARSCoV-2 binding (IgG, IgM, IgA) and neutralizing antibodies from human serum samples. **Journal of Immunological Methods**, v. 489, p. 1–10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jim.2020.112937>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- MEIDANINIKJEH, S.; SABOUNI, N.; MARZOUNI, H. Z. *et al.* Monocytes and macrophages in COVID-19: Friends and foes. **Life Science**, v. 269, p. 119010, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2020.119010>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- MOENS, L.; MEYTS, I. Recent human genetic errors of innate immunity leading to increased susceptibility to infection. **Current Opinion in Immunology**, v. 62, p. 79-90, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.coi.2019.12.002>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- MOGENSEN, T. H. Pathogen recognition and inflammatory signaling in innate immune defenses. **Clinical Microbiology Reviews Journal**, v. 22, n. 2, p. 240–273, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/CMR.00046-08>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- MOSSER, D. M.; EDWARDS, J. P. Exploring the full spectrum of macrophage activation. **Nature Reviews Immunology**, v. 8, p. 958-969, 2008.
- NASLAVSKY, M. S.; SCLAR, M. O.; YAMAMOTO, G. L. *et al.* **Whole-genome sequencing of 1,171 elderly admixed individuals from the largest Latin American metropolis (São Paulo, Brazil)**. 2020. Disponível em: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.09.15.298026v1>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- NAUMENKO, V.; TURK, M.; JENNE, C. N. *et al.* Neutrophils in viral infection. **Cell Tissue Research**, v. 371, n. 3, p. 505–516, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00441-017-2763-0>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- NG, K. W.; FAULKNER, N.; CORNISH, G. H. *et al.* Preexisting and de novo humoral immunity to SARS-CoV-2 in humans. **Science**, v. 370, p. 1339–1343, 2020.
- NGUYEN, A.; DAVID, J. K.; MADEN, S. K.; WOOD, M. A.; WEEDER, B. R.; NELLORE, A.; THOMPSON, R. F. Human leukocyte antigen susceptibility map for SARS-CoV-2. **Journal of Virology** 2020. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1128/JVI.00510-20>. Acesso em: 22 jul. 2021.
- NUSSBAUM, R. L.; MCINNES, R. R.; WILLARD, H. F. **Thompson & Thompson - Genética Médica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 546 p.
- ONLINE MENDELIAN INHERITANCE IN MAN - **OMIM**. Disponível em: <https://www.omim.org/>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- OZONO, S.; ZHANG, Y.; ODE, H. *et al.* Naturally mutated spike proteins of SARS-CoV-2 variants show differential levels of cell entry. **BioRxiv**, v. 15, p. 151779, 2020.
- PEEPLER, L. News Feature: Avoiding pitfalls in the pursuit of a COVID-19 vaccine. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, p. 8218–8221, 2020.
- PENG, Y.; MENTZER, A. J., LIU G. *et al.* Dejnirattisai, T. Rostron, P. Supasa, C. Liu, Broad and strong memory CD4+ and CD8+ T cells induced by SARS-CoV-2 in UK convalescent individuals following COVID-19. **Nature Immunology**, p. 1–10, 2020.
- PHAN, T. Genetic diversity and evolution of SARS-CoV-2. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 81, p. 104260, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104260>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- PINTO, D.; PARK, Y.; BELTRAMELLO, M. *et al.* Cross-neutralization of SARS-CoV-2 by a human monoclonal SARS-CoV antibody. **Nature**, v. 583, p. s290–s295, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2349-y>. Acesso em: 10 mai. 2021.

- PRIESEMANN, V.; BALLING, R.; BRINKMANN, M. M. *et al.* An action plan for pan-European defence against new SARS-CoV-2 variants. **Lancet**, v. 397, p. 469–470, 2021.
- QIN, C.; ZHOU, L.; HU, Z. *et al.* Dysregulation of immune response in patients with COVID-19 in Wuhan, China, *Clinical Infectious Diseases*. **Official Publication Infectious Diseases Society of America**, 2020.
- RAMBAUT, A. *et al.* Preliminary Genomic Characterization of an emergent SARS-CoV-2 Lineage in the United Kingdom Defined by a Novel Set of Spike Mutation. **COVID-19 Genomic Consortium UK (CoG-UK)**, 2021.
- RIBEIRO, D. **O povo brasileiro: A formação e o sentido do Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. 477 p.
- ROBBIANI, D. F.; GAEBLER, C.; MUECKSCH, F. *et al.* Convergent antibody responses to SARS-CoV-2 in convalescent individuals. **Nature**, v. 584, p. 437–442, 2020.
- ROKNI, M.; GHASEMI, V.; TAVAKOLI, Z. Immune responses and pathogenesis of SARSCoV-2 during an outbreak in Iran: Comparison with SARS and MERS. **Reviews in Medical Virology**, 2020.
- RUSSO, R. *et al.* Genetic Analysis of the Coronavirus SARS-CoV-2 Host Protease TMPRSS2 in Different Populations. **Frontiers in Genetics**, v. 11, p. 872, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00872>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- RYDYZNSKI MODERBACHER, C.; RAMIREZ, S. I.; DAN, J. M. *et al.* Antigen-specific adaptive immunity to SARS-CoV-2 in acute COVID-19 and associations with age and disease severity. **Cell**, v. 183, p. 996–1012.e19, 2020.
- SALZANO, F. M.; FREIRE-MAIA, N. **Problems in human biology: A study of Brazilian populations**. Detroit: Wayne State University Press, 1970. 200 p.
- SANTOS, N. P. C. *et al.* TMPRSS2 variants and their susceptibility to COVID-19: focus in East Asian and European populations. **MedRxiv**, 2020. Disponível em: <https://www.medrxiv.org>. Acesso em: 14 mai. 2021.
- SCHÖNRICH, G.; RAFTERY, M. J. The PD-1/PD-L1 axis and virus infections: a delicate balance. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 9, p. 1–14, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2019.00207>. Acesso em: 14 mai. 2021.
- SEKINE, T.; PEREZ-POTTI, A.; RIVERA-BALLESTEROS, O. *et al.* Karolinska COVID-19 Study Group. Robust T cell immunity in convalescent individuals with asymptomatic or mild COVID-19. **Cell**, v. 183, p. 158–168, 2020.
- SETTE, A.; CROTTY, S. Adaptive immunity to SARS-CoV-2 and COVID-19. **Cell**, v. 184, n. 4, p. 861–880, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.01.007>. Acesso em: 14 mai. 2021.
- SHROCK, E.; FUJIMURA, E.; KULA, T. *et al.* MGHCOVID-19 Collection & Processing Team. Viral epitope profiling of COVID-19 patients reveals crossreactivity and correlates of severity. **Science**, v. 370, eabd4250, 2020.
- SHU, Y.; McCAULEY, J. GISAID: Global initiative on sharing all influenza data – from vision to reality. **Eurosurveillance**, n. 13, p. 22, 2017.
- SOUZA, A. M. *et al.* A systematic scoping review of the genetic ancestry of the Brazilian population. **Genetics and Molecular Biology**, v. 42, n. 3, 2019.
- SUI, J. *et al.* Broadening of Neutralization Activity to Directly Block a Dominant Antibody-Driven SARS-Coronavirus Evolution Pathway. **PLoS Pathogens**, v. 4, n. 11, p. e1000197, 2008.

- TAY, M. Z.; POH, C. M.; RÉNIA, L. The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. **Nature Reviews Immunology**, v. 20, n. 6, p. 363–374, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41577-020-0311-8>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- THE 1000 GENOMES PROJECT CONSORTIUM, An integrated map of structural variation in 2504 human genomes. **Nature**, p. 75-81. 2015.
- THE SEVERE COVID-19 GWAS GROUP. Genomewide association study of severe COVID-19 with respiratory failure. **The New England Journal of Medicine**, v. 383, p. 1522–1534, 2020.
- THEVARAJAN, I.; NGUYEN, T. H. O.; KOUTSAKOS, M. *et al.* Breadth of concomitant immune responses prior to patient recovery: a case report of non-severe COVID-19. **Nature Medicine**, v. 26, p. 453-455, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-020-0819-2>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- TOMITA, Y. T.; IKEDA, R.; SATO, T. S. Association between HLA gene polymorphisms and mortality of COVID-19: An *in silico* analysis. **Immunity, Inflammation and Disease**, 2020.
- TOTURA, A. L.; WHITMORE, S.; AGNIHOTHRAM, A. *et al.* Toll-Like Receptor 3 Signaling via TRIF Contributes to a Protective Innate Immune Response to Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus Infection. **mBio**, v. 6, n. 3, p. e00638–e00715, 2015.
- VAN DORP, L. *et al.* Emergence of genomic diversity and recurrent mutations in SARS-CoV-2. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 83, p. 104351, 2020.
- VERAS, F. P.; PONTELLI, M. C.; SILVA, C. M. *et al.* SARS-CoV-2-triggered neutrophil extracellular traps mediate COVID-19 pathology. **Journal of Experimental Medicine**, v. 217, p. e20201129, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1084/jem.20201129>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- VONO, M.; LIN, A.; NORRBY-TEGLUND, A. *et al.* Neutrophils acquire the capacity for antigen presentation to memory CD4+ T cells in vitro and ex vivo. **Blood**, v. 129, n. 14, p. 1991–2001, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1182/blood-2016-10-744441>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- VOSS, J. D. *et al.* Variants in SARS-CoV-2 Associated with Mild or Severe Outcome. **MedRxiv**, 2021.
- WANG, F.; HOU, H.; LUO, Y. *et al.* The laboratory tests and host immunity of COVID-19 patients with different severity of illness. **JCI Insight**, v. 5, n. 10, p. e137799, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1172/jci.insight.137799>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- WANG, R.; CHEN, J.; GAO, K.; WEI, G-W. Vaccine-escape and fast-growing mutations in the United Kingdom, the United States, Singapore, Spain, India, and other COVID-19-devastated countries. **Genomics**, v. 113, n. 4, p. 2158-2170, 2020a.
- WANG, L.; CHENG, G. Sequence analysis of the emerging SARS-CoV-2 variant Omicron in South Africa. **J Med Virol.**, 2021. DOI: 10.1002/jmv.27516.
- WEAVER, C.; MURPHY, K. M. **Janeway's Immunobiology** (W.W. Norton). 2016.
- WEISKOPF, D.; SCHMITZ, K. S.; RAADSEN, M. P. *et al.* Phenotype of SARS-CoV-2-specific T-cells in COVID-19 patients with acute respiratory distress syndrome. **MedRxiv**, 2020.
- WOOSTER, L. *et al.* Polymorphisms in the ACE2 locus associate with severity of COVID-19 infection. **MedRxiv**, 2020.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **SARS-CoV-2 Variant – United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland**. 2020.
- WU, Z.; McGOOGAN, J. M. Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China - Summary of a Report of 72 314 Cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. **JAMA**, v. 323, n. 13, p. 1239-1242, 2020.

- XIE, X. *et al.* Neutralization of SARS-CoV-2 spike 69/70 deletion, E484K and N501Y variants by BNT162b2 vaccine-elicited sera. **Nature Medicine**, v. 27, p. 620–621, 2021.
- XU, Z.; SHI, L.; WANG, Y. *et al.* Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. **The Lancet Respiratory Medicine**, v. 8, p. 420–422, 2020. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30076-X](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30076-X). Acesso em: 04 mai. 2021.
- YANG, M. **Cell pyroptosis, a potential pathogenic mechanism of 2019-nCoV infection**. Disponível em: SSRN 3527420, 2020.
- YI, C.; SUN, X.; YE, J. *et al.* Key residues of the receptor binding motif in the spike protein of SARS-CoV-2 that interact with ACE2 and neutralizing antibodies. **Cell Mol Immunol.**, v. 17, p. 621–630, 2020.
- ZHANG, R. *et al.* Identifying airborne transmission as the dominant route for the spread of COVID-19. **PNAS**, v. 117, n. 26, p. 14857–14863, 2020.
- ZHANG, H.; ZHOU, G.; ZHI, L. *et al.* Association between mannose-binding lectin gene polymorphisms and susceptibility to severe acute respiratory syndrome coronavirus infection. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 192, p. 1355–1361, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/491479>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- ZHOU, Y.; LU, K.; PFEFFERLE, S. *et al.* A single asparagine-linked glycosylation site of the severe acute respiratory syndrome coronavirus spike glycoprotein facilitates inhibition by mannose-binding lectin through multiple mechanisms. **Journal of Virology**, v. 84, p. 8753–8764, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/JVI.00554-10>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- ZHU, J.; YAMANE, H.; PAUL, W. E. Differentiation of effector CD4 T cell populations. **Annual Review of Immunology**, v. 28, n. 1, p. 445–489, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-030409-101212>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- ZUNIGA, E. I.; MACAL, M.; LEWIS, G. M. *et al.* Innate and adaptive immune regulation during chronic viral infections. **Annual Review of Immunology**, v. 2, n. 1, p. 573–597, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-virology-100114-055226>. Acesso em: 04 mai. 2021.

## **CAPÍTULO 03**

### **O PAPEL DA BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE VACINAS**

Dr. Edelvio de Barros Gomes

# O PAPEL DA BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE VACINAS

Edelvio de Barros Gomes<sup>4</sup>

## RESUMO

O termo biotecnologia abrange todas as técnicas e métodos em que são empregados entes biológicos, seus produtos metabólicos, ou seus processos, com a finalidade de produzir um bem ou um serviço. Nesse contexto, as vacinas são, essencialmente, bens produzidos a partir de técnicas biotecnológicas. Seja esta vacina um micro-organismo atenuado, um micro-organismo inativado, uma proteína, ou, mais sofisticadamente, um fragmento de DNA/RNA, todas as tecnologias e concepções tecnológicas empregadas na sua produção, atualmente, são desenvolvidas a partir de uma técnica ou de uma associação de técnicas biotecnológicas. A estratégia empregada para tal produção dependerá da natureza do antígeno (seja este uma proteína ou o material genético que codifica para essa proteína), se é um micro-organismo modificado (simulando uma infecção natural) ou se é um micro-organismo inativado. A demanda por vacinas para fazer frente à pandemia do novo coronavírus (SARS-CoV-2) suscitou a produção de vacinas em tempo recorde, lançando-se mão de uma gama variada de tecnologias e estratégias. Dentre essas estratégias, algumas tradicionais foram mescladas com outras recentes. Assim, vacinas de primeira, segunda ou terceira geração, ou um mix entre elas, foram produzidas para promover a imunização contra o novo coronavírus. Nesse viés, o presente capítulo visa apresentar de forma sucinta os conceitos e concepções tecnológicas envolvidas na produção de vacinas, contextualizando os principais imunizantes utilizados na atualidade para combater a pandemia da COVID-19.

**Palavras-chave:** Biotecnologia, Coronavírus, Imunização, Imunizante, Vacina.

---

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Possui pós-doutorado pela Escola de Química da UFRJ e integra o grupo de pesquisa Ecologia, Saúde e Meio Ambiente no Instituto Federal da Bahia (IFBA), campus Salvador, onde é docente de Biologia, lotado no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTSBio). E-mail: edelviogomes@gmail.com.

## Introdução

Quando em 1798, Edward Jenner inocula material seroso de pústulas e crostas retiradas de indivíduos com a forma leve da varíola em indivíduos sãos, com o intuito de protegê-los contra a forma mais grave da doença, inaugura-se aí a imunização ativa, ou, como é modernamente chamada, a vacinação. De fato, a história da vacina contra a varíola, se confunde com a própria história da vacina em si, considerando que o termo “vacina” vem de *vaccinae* (lat. relativo à vaca). Os indivíduos com a forma mais leve da varíola humana eram camponeses que tinham contato com o vírus da varíola bovina ao ordenhar vacas. No entanto, o resultado foi imprevisível e a mortalidade pós-inoculação não foi desprezível. Esse processo só foi aprimorado mais tarde, com o microbiologista francês Louis Pasteur, que, inclusive, foi quem cunhou o termo vacina em referência a Jenner (MEHARI, 2021).

Nos dias atuais, os avanços no campo da imunização se destacam dentre todos os avanços observados na área de saúde, apoiando-se, sobretudo, nos desenvolvimentos da microbiologia, farmacologia, biologia molecular e imunologia. Não obstante, quando ampliamos o conceito de vacina para o conceito de vacinação, percebemos também o suporte da sociologia e da epidemiologia, imprescindíveis para o entendimento dos impactos da vacina na sociedade (FEIJÓ e SÁFADI, 2006).

Uma parcela significativa das vacinas administradas na atualidade em crianças e adultos utiliza metodologias desenvolvidas em meados do século 20, muito embora, com o surgimento da pandemia do novo coronavírus SARS-CoV-2, as tecnologias emergentes do século 21 tenham sido empregadas com êxito. Espera-se que, nos próximos anos, um número cada vez maior de novas vacinas seja produzido a partir de técnicas de genética molecular e de produção de proteínas recombinantes em sistemas heterólogos.

É nesse contexto que a compreensão do papel da biotecnologia se faz necessária, dada a quantidade e diversidade de informações, muitas vezes veiculadas de forma, ora açodada, ora com grau de tecnicismo tal, que as torna ininteligíveis para os jovens estudantes e o público de uma maneira geral. Quando falamos em biotecnologia estamos nos referindo a um termo vinculado às práticas que antecedem a própria invenção do termo. Nossa civilização já fazia biotecnologia antes mesmo de surgirem as primeiras conceituações. O termo biotecnologia foi cunhado pela primeira vez pelo engenheiro húngaro, Karl Ereky em 1919, que a definiu como “todas as linhas de trabalho nas quais os produtos são produzidos por matéria prima com ajuda de ‘coisas vivas’ em si”. Na verdade, existem muitos conceitos e definições para esse termo, mas, em síntese, todos eles se referem a produtos ou serviços produzidos por entes biológicos ou suas partes (MEHARI, 2021).

Levando-se em conta a concepção tecnológica de produção, toda vacina pode ser considerada um produto biotecnológico. Muitas vezes somos levados a chamar de produto biotecnológico apenas aqueles produzidos mediante o emprego de técnicas avançadas deste século, mas se pensarmos em biotecnologia *lato sensu*, o pão que comemos, uma bebida fermentada e, na mesma linha de raciocínio, uma vacina de primeira geração, produzida na concepção tecnológica do início do século passado, são, em tese, produtos biotecnológicos. Nesse contexto, as vacinas podem ser classificadas quanto à tecnologia de produção em: vacinas de primeira geração (utilizam micro-organismos inteiros); vacinas de segunda geração (utilizam partes dos micro-organismos); ou vacinas de terceira geração (utilizam material genético dos micro-organismos – vacina gênica). Adicionalmente, técnicas de genética molecular e engenharia metabólica podem ser empregadas para reforçar ou aprimorar aquelas já consagradas na produção de vacinas de primeira ou de segunda geração.

As principais vacinas empregadas na imunização contra o novo coronavírus representam um espectro do que temos vivenciado em duzentos anos de desenvolvimento científico-tecnológico no âmbito da biotecnologia aplicada ao setor médico-farmacêutico. Muito ainda temos que caminhar, mas estamos esperançosos

de que a tradição e o conhecimento acumulados desde Jenner, no final do século 18, até aqueles associados a técnicas moleculares consolidadas no século 21, nos conduzirão a soluções mais efetivas para atender às demandas atuais e vindouras.

### **Vacina, o que é? Breve histórico**

A varíola é uma doença que ocupa uma posição única na história das vacinas. Pode-se dizer que ela foi a primeira doença para a qual uma vacina foi desenvolvida e continua a ser a única doença humana completamente erradicada por vacinação. Embora seja discutida a presença da varíola no Egito, Índia e China datando de milênios atrás, a escala temporal de surgimento do agente causador (*Orthopoxvirus variolae*), bem como sua evolução no contexto de uma crescente disseminação, têm se mostrado controversos (DUGGAN *et al.*, 2016). Já no começo do século 17, a varíola foi considerada uma das doenças transmissíveis mais temíveis do mundo, apresentando altas taxas de mortalidade, sobretudo entre populações jovens. Há relatos históricos de que os chineses já utilizavam casca de feridas de pessoas com varíola para promover a imunização de pessoas não contaminadas, soprando as cascas nos rostos destas. Em Istambul, também já se observava a introdução de líquido extraído de crostas de varíola de um paciente infectado na pele de indivíduos sadios. Tal procedimento era chamado de *variolação* e, provavelmente, teve origem na China, sendo depois levado à Europa Ocidental. Apesar deste procedimento causar mortes por varíola, ele permaneceu e foi disseminado na Inglaterra e nos Estados Unidos com o advento das primeiras investigações do médico inglês Edward Jenner, publicadas no trabalho *Variolae Vaccinae*, no ano de 1798. Jenner teve como ponto focal de suas investigações, camponeses que desenvolviam uma condição benigna conhecida por *vaccinia*, termo associado ao contato com vacas infectadas por varíola bovina (*cowpox*), desenvolvendo assim, as primeiras técnicas de imunização ativa. Não obstante as falhas e inobservâncias de preceitos bioéticos ainda não bem estabelecidos à época para realização dos testes, é inegável a contribuição de Jenner para a história da medicina e das ciências farmacêuticas (DUGGAN *et al.*, 2021).

*A posteriori*, por volta de 1870, Louis Pasteur e Robert Koch em estudos mais apurados, entenderam melhor a relação causa-efeito entre micro-organismo patogênico e doença. Em reverência a Jenner, Pasteur deu o nome de vacina (como o vírus da vacina de Jenner) a qualquer agente imunizante ou preparado com esse fim, utilizado no controle prévio de uma doença infecciosa. Em 1885, o próprio Pasteur desenvolveu uma vacina contra a raiva humana (*Rhabdovirus*), iniciando assim a era imunização ativa em massa – a vacinação. Louis Pasteur introduziu definitivamente o conceito de que a doença poderia ser previamente tratada. Além da vacina contra a raiva em humanos, ele desenvolveu a vacina contra a cólera aviária e contra o antraz em bovinos, dando também sua contribuição para a produção de várias vacinas veterinárias (RIEDEL, 2005). Desde os experimentos de Jenner até os dias atuais, a tecnologia de produção de vacinas sofreu grandes avanços, seja na seleção do agente empregado (antígeno), seja no processo de produção em si.

Por volta de 1888, Emile Roux e Alexander Yersin investigaram o bacilo causador da difteria e identificaram uma toxina responsável pelos sintomas desta doença. Em meados de 1891, Emil Behring passou a testar doses menores desta toxina (doses sub-letais), as quais provocaram o surgimento daquilo que chamou de anatoxinas, moléculas capazes de proteger contra a infecção, sendo também passíveis de transferências para outros animais, promovendo assim sua imunização. Junto com Shisaburo Kitasato, Behring estendeu esses princípios para a prevenção do tétano. Tais desenvolvimentos lhe renderam o primeiro Prêmio Nobel de Medicina. Em 1897, Paul Ehrlich promoveu a padronização de toxinas. Em 1904, E. Loewenstein e Alexander Glenny inativaram toxinas quimicamente (com formol), mantendo seu potencial imunizante, mas sem causar

infecção. Estava inaugurada aí a era dos toxoides diftérico e tetânico. Na sequência, Gaston Ramon desenvolveu uma vacina antitetânica a partir do toxoide tetânico. Louis Sauer, Pearl Kendrick e Grace Eldering desenvolveram os primeiros imunizantes contra a coqueluche. Em 1942, Kendrick combinou sua vacina com os toxoides diftérico e tetânico formando a vacina DPT ou tríplice bacteriana – a primeira a imunizar contra mais de um micro-organismo (LOMBARDI *et al.*, 2007).

Albert Calmette e Camille Guérin, do Instituto Pasteur, em 1909 desenvolveram um bacilo de virulência atenuada, resultado de culturas sucessivas em bile de boi, com iminente capacidade imunizante contra a tuberculose. Era o bacilo Calmette-Guérin ou BCG, que, a *posteriori*, passou a ser utilizado como vacina propriamente dita (após testes e aprimoramentos). O BCG foi assim o primeiro imunizante produzido com micro-organismo (bactéria) atenuado, sendo introduzido no Brasil em 1925 e, atualmente aplicado, em crianças recém-nascidas.

Em 1936, Max Theiler e Henry Smith, trabalhando com uma técnica baseada em passagens sucessivas do vírus da febre amarela por cérebro de ratos e embriões de pinto, chegaram à cepa 17D do vírus atenuado e, no ano seguinte, esta vacina foi testada pela primeira vez no Brasil. Já a vacina anti-pólio surge a partir de demandas geopolíticas específicas. A poliomielite passou a figurar como um problema de saúde pública na segunda metade do século 20, muito embora seja conhecida desde a Antiguidade. Tal fato se deve à sua disseminação, atingindo de forma epidêmica os Estados Unidos e a Europa. Em 1949, Jonas Salk desenvolveu uma vacina anti-poliomielite (anti-pólio) a partir de vírus inativados (“mortos”), sendo testada em 45 mil crianças nos Estados Unidos, em 1954. Surge daí um novo paradigma: foi o primeiro imunizante no mundo a ser produzido em cultura de tecidos (células de rim de macaco) e a reunir mais de uma subespécie de vírus (poliovírus I, II e III). No mesmo ano, Albert Sabin desenvolveu a vacina atenuada contra a pólio, a primeira a ser aplicada por via oral. Por mimetizar o mecanismo de infecção do vírus selvagem, com a excreção do micro-organismo atenuado no ambiente, a vacina Sabin facilitou a obtenção de altos níveis de imunidade coletiva (SABIN, 1965).

Com o advento da tecnologia do DNA recombinante foi criada uma geração de imunizantes. O primeiro imunizante com essa tecnologia a ser comercializado foi a vacina contra a hepatite B. O primeiro passo nesse processo, como veremos a seguir, é a seleção de um fragmento do genoma do vírus que seja capaz de expressar uma proteína antigênica, que tenha a capacidade de estimular o sistema de defesa do organismo, mas não de infectar e causar a doença. Utilizando ferramentas da engenharia genética, esta sequência é inserida em um micro-organismo não patogênico para o homem (vetor). Desta forma, o vetor passa a expressar a proteína antígeno do vírus da hepatite B, provocando a formação de anticorpo (DINIZ e FERREIRA, 2010; FEIJÓ e SÁFADI, 2006).

Desde o início do século 21, esta tecnologia tem demonstrado grande potencial, mas com o surgimento da pandemia do novo coronavírus, de fato, muitos processos foram acelerados, tendo-se a oportunidade de produzir vacinas com grande eficácia e segurança considerando as determinações da Organização Mundial da Saúde (OMS) para atender em tempo hábil a crise sanitária vigente.

### **Vacinas e vacinação no Brasil**

Em 1940 foi desenvolvido um estudo de campo para testes com a vacina contra febre amarela no sul de Minas Gerais, com a imunização de mais de 5 mil pessoas. Esta pesquisa serviu de base para os ajustes finais na produção do imunizante. A vacina contra a febre amarela é a primeira no mundo a usar o sistema de lotes-  
-sementes. Neste sistema, os lotes originais do vírus atenuado são submetidos a uma nova passagem em ovos

embrionados, originando lotes secundários os quais servirão de fonte para a produção do imunizante (ALMEIDA, 2012). A vacina contra a febre amarela já vem sendo fabricada em Bio-Manguinhos, na Fundação do Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro, há algum tempo. A Fiocruz é, na atualidade, a maior produtora mundial deste imunizante.

O Programa Nacional de Imunizações (PNI), criado em 1971, é referência mundial, organizando inclusive, campanhas de vacinação no Timor Leste e auxiliando programas de imunizações na Palestina, Cisjordânia e Faixa de Gaza, estabelecendo cooperação técnica em inúmeros países. Graças à sistematização das ações e dos planejamentos, a varíola foi erradicada em 1973 e a poliomielite em 1989, e doenças como o sarampo, o tétano neonatal, formas graves da tuberculose, a difteria, o tétano acidental e a coqueluche foram controladas. Além disso, foram tomadas medidas para controle da caxumba, rubéola e da síndrome da rubéola congênita, da hepatite B, das infecções invasivas pelo *Haemophilus influenzae* tipo b da influenza, bem como das infecções pneumocócicas e suas complicações nos idosos. Atualmente, estão sendo desenvolvidas vacinas contra a COVID-19 na Fiocruz, no Rio de Janeiro, e no Instituto Butantan, em São Paulo.

### **Classificação das vacinas quanto ao agente empregado**

Quando levamos em conta as condições do agente empregado para a produção da resposta imune, as vacinas podem ser classificadas em dois grandes grupos (DINIZ e FERREIRA, 2010):

**i) Vacinas vivas atenuadas** – São assim chamadas as vacinas nas quais o agente (seja um vírus ou uma bactéria) passa por processos de atenuação, os quais alteram suas características patogênicas. Esse tipo de vacina provoca a resposta tanto da imunidade celular, ativando as células T citotóxicas de memória, quanto a resposta da imunidade humoral, estimulando a produção de anticorpos contra o componente antigênico do vírus/bactéria. Desta forma, esse tipo de vacina simula a infecção natural. Diversas técnicas de atenuação têm sido utilizadas, mas podemos citar (como descrito anteriormente) a vacina contra a tuberculose como o primeiro imunizante produzido a partir de um micro-organismo atenuado. A técnica de culturas sucessivas foi utilizada neste caso. Seguindo estratégias peculiares de atenuação, temos outras vacinas vivas atenuadas, como as vacinas contra sarampo, rubéola, caxumba, febre amarela, BCG, anti-pólio Sabin e outras mais.

**ii) Vacinas inativadas ou com agentes inativados** – Estas vacinas, geralmente, são produzidas a partir de vírus inativados ou, como citado por muitos autores, vírus “mortos”. Diferentemente das vacinas atenuadas, as vacinas inativadas se utilizam de estruturas modificadas do agente original, subtraindo-lhe a capacidade de invasão. Assim, estimulam a imunidade humoral, não sendo caracterizadas como simuladoras de uma infecção natural.

Como consequência, as reações a esses tipos de vacinas costumam ser distintas entre si. Reações a vacinas vivas atenuadas são mais complexas, incluindo, sobretudo e principalmente, febres.

### **Classificação das vacinas quanto à tecnologia de produção**

As primeiras vacinas produzidas, como explicitado, foram baseadas em agentes patogênicos - sejam vírus ou bactérias- utilizados integralmente. A célula bacteriana ou a estrutura viral eram empregadas inteiras, independentemente de estarem inativadas ou atenuadas. Concomitantemente, aprimoramentos foram feitos

no sentido de produzir partes desses patógenos, como estruturas proteicas, por exemplo, com o objetivo de aumentar a eficiência do imunizante, estimulando a produção de anticorpos específicos para a “região” do patógeno que realmente interessa. Os toxoides são bons exemplos desses desenvolvimentos. Dessa forma, é comum classificarmos as vacinas em três grandes gerações em razão das estratégias ou dos conceitos utilizados na preparação do princípio ativo, os antígenos vacinais. A saber (DINIZ e FERREIRA, 2010):

**1) Vacinas de primeira geração** – Representam aquelas que empregam na sua composição o agente patogênico na sua constituição completa, mas submetido a tratamentos que levam à inativação ou à atenuação. É importante salientar que é utilizada também a estratégia em que micro-organismos não patogênicos derivados de outros hospedeiros são utilizados como antígenos para vacinas voltadas para o controle de doenças causadas por patógenos assemelhados. É o caso clássico das primeiras estratégias de Jenner para imunização contra varíola humana, utilizando o vírus da varíola bovina. Outro exemplo é o da vacina contra a tuberculose que também emprega uma bactéria originalmente obtida em bovinos, o *Mycobacterium bovis* (BCG).

**2) Vacinas de segunda geração** – Emprega-se diretamente o conceito de reação antígeno-anticorpo. A proteção vacinal volta-se para um único e específico antígeno, um único alvo, como uma toxina, responsável pelos sintomas da doença, ou estruturas glicoproteicas superficiais que possibilitam a defesa contra bactérias que, de outra forma, se propagariam rapidamente antes de serem notadas pelo sistema inato. Incluem-se nesse grupo os toxoides (toxinas purificadas e inativadas por tratamento químico), proteínas e polissacarídeos purificados, como a antitetânica, antidiftérica, hepatite B e as vacinas voltadas para o controle da meningite meningocócica e da pneumonia.

**3) Vacinas de terceira geração** – São decorrentes de uma concepção revolucionária de vacinas. Nelas, a informação genética do agente patogênico é explorada e empregada no intuito de expressar proteínas que representem o antígeno ou os antígenos mais importantes para o desenvolvimento da proteção. São também chamadas de vacinas de DNA ou vacinas gênicas (algumas são de RNA). Seu desenvolvimento se deu de forma experimental na década de 1990 em testes inicialmente voltados para a pesquisa de terapias genéticas. Genes eram introduzidos em hospedeiros com o intuito de substituir a informação genética defeituosa. Porém, observou-se que animais inoculados com plasmídeos que transportavam genes que eram expressos nas células deste animal produziam o antígeno, e, conseqüentemente, desencadeavam uma série de respostas imunológicas como anticorpos, garantindo a proteção contra patógenos que circulavam na corrente sanguínea. Não obstante a baixa imunogenicidade inicial, os resultados indicaram que essas vacinas poderiam ser instrumentos excelentes para a ativação de respostas imunológicas citotóxicas e, conseqüentemente, controle de patógenos de replicação intracelular como os vírus, algumas bactérias e certos tipos de câncer.

### **Tendências biotecnológicas na produção de vacinas**

Ampliando-se o conceito de vacina, temos neste século o conceito de vacina terapêutica. Esse conceito culmina no desenvolvimento de vacinas com propriedades anticâncer como alternativa, mais eficaz e menos invasivas, para o tratamento de alguns tipos de câncer. Essa tendência teve como mote o desenvolvimento de outros tipos de vacinas que atuam na ativação de linfócitos T CD8+ citotóxicos. Em alguns casos, o tratamento de alguns tipos de câncer se torna mais propício para uma abordagem vacinal terapêutica em função de uma origem infecciosa, como tumores associados à infecção com os vírus HBV e HPV. Em ambos os casos, a disponibilidade de vacinas com características profiláticas voltadas para o controle da infecção pelos vírus

torna a viabilidade/relevância da vacina terapêutica mais relativa, gerando discussões sobre o papel de cada uma no controle de determinadas doenças. Nesse aspecto, a recente comercialização de vacinas profiláticas para o controle do HPV e a busca por uma alternativa vacinal com características terapêuticas para tumores associados à infecção por esse vírus representam um exemplo que merece ser analisado.

Além das vacinas terapêuticas, é importante salientar o papel da biotecnologia do século 21 na reestruturação da classificação das vacinas quanto à tecnologia de produção. Dessa maneira, entendemos que vacinas classificadas como primeira geração podem perfeitamente ser produzidas utilizando-se micro-organismos geneticamente modificados, bem como vacinas de segunda geração podem ser produzidas utilizando-se técnicas moleculares com vistas à expressão heteróloga em vetores bacterianos, ou ainda, vetores virais que carregam RNA ou DNA de patógenos.

### Principais vacinas contra o SARS-CoV-2 e suas concepções tecnológicas

Na Tabela 1 são apresentadas algumas vacinas, incluindo a tecnologia utilizada em cada uma delas, desenvolvidas para fazer frente à pandemia da COVID-19 desencadeada pelo SARS-CoV-2.

**Tabela 1.** Algumas vacinas anti-COVID-19 mais utilizadas e suas tecnologias de produção.

Vacinas	Tecnologia	Quantidade de doses
Pfizer/BioNTech	RNA-mensageiro (mRNA) que mimetiza a proteína S do vírus.	Duas doses
Moderna	RNA-mensageiro (mRNA) que mimetiza a proteína S do vírus.	Duas doses
Johnson (Janssen)	Vetor viral não replicante - “vírus vivo” adenovírus sem capacidade de se replicar no organismo humano (única dose).	Única dose
Oxford/Astrazeneca	Vetor viral não replicante - “vírus vivo” adenovírus sem capacidade de se replicar no organismo humano.	Duas doses
Coronavac	Vírus inativado - cultivado em cultura de células, inativado (químico ou térmico).	Duas doses
Sputnik V	Vetor viral não replicante - “vírus vivo” adenovírus sem capacidade de se replicar no organismo humano (adenovírus diferentes nas duas doses).	Duas doses

### Considerações finais

Ainda são necessários muitos estudos para que as vacinas de terceira geração sejam consolidadas, mas, dadas as circunstâncias da pandemia do SARS-CoV-2, podem-se colocar em prática muitos desenvolvimentos que eram impensáveis mesmo no começo deste século. Nas próximas décadas, esperam-se maiores avanços no que concerne à eficácia e eficiência dessas vacinas. Se por um lado tivemos muitas perdas humanas, por outro lado, entendemos que, sem sombra de dúvidas, não fosse o *status* atual da biotecnologia, o quadro seria ainda mais devastador. A biotecnologia segue cumprindo seu papel histórico na produção de vacinas e, fundamentalmente, expandindo o próprio conceito e concepções de vacina.

## Referências

- ALMEIDA, D. S. **Estabilidade da vacina febre amarela (atenuada): uma avaliação da potência após sua reconstituição**. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Vigilância Sanitária) - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Nacional de Controle da Qualidade em Saúde, INCQS/FIOCRUZ. Rio de Janeiro, p. 47. 2012.
- DINIZ, M. DE O.; FERREIRA, L. C. de S. Biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de vacinas. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 70, 2010. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10491>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- DUGGAN, A. T. PERDOMO, M. F., PIOMBINO-MASCALI, D. *et al.* 17th Century Variola Virus Reveals the Recent History of Smallpox. **Current Biology**, v. 26, n. 24, p. 3407-3412, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5196022/>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- FEIJÓ, R. B.; SÁFADI, M. A. Immunizations: three centuries of success and ongoing challenges. **Jornal de Pediatria (Rio J)**, v. 82, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jped/a/ZjQy9DgV5tmcL-qxk3YsS5Vf/?lang=en>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- LOMBARD, M., PASTORET, P.-P., MOULIN, A.-M. A brief history of vaccines and vaccination. **Revue Scientifique et Technique Office International des Épidémiologies**, v. 26, n. 1, p 29-4, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17633292/>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- MEHARI, T. Traditional inoculation practices that led to the development of modern vaccination Techniques: A review. **Journal of Public Health and Epidemiology**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2021. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/JPHE/article-full-text-pdf/1AD9D7D65885>. Acesso em: 21 jun. 2021.
- RIEDEL, S. Edward Jenner and the History of Smallpox and Vaccination. **Baylor University Medical Center Proceedings**, v. 18, n. 1, p. 21-25, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08998280.2005.11928028>. Acesso em: 17 jun. 2021.
- SABIN, A. B. Oral Poliovirus Vaccine: History of Its Development and Prospects for Eradication of Poliomyelitis. **JAMA**, v. 194, n. 8, p. 872-876, 1965. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jama.1965.03090210036010>. Acesso em: 18 jun. 2021.

## **CAPÍTULO 04**

### **TRANSMISSÃO DE SARS-COV-2 POR AEROSSÓIS. QUAL O RISCO?**

Dr. Sérgio Braga & Esp. Renata Cruz

# TRANSMISSÃO DE SARS-CoV-2 POR AEROSSÓIS. QUAL O RISCO?

Sérgio Braga<sup>5</sup> e Renata Cruz<sup>6</sup>

## RESUMO

Define-se aerossóis como partículas quaisquer de líquido ou sólidos no ar. Humanos liberam aerossóis na respiração simples, fala, tosse ou espirro e podem produzir gotículas que variam de menos de 5µm a até mais de 170µm. Essas gotículas em indivíduos sintomáticos ou assintomáticos são atualmente reconhecidas como a via principal de disseminação de vírus de transmissão aérea, como o SARS-CoV-2. Gotículas menores são capazes de permanecer várias horas suspensas no ar enquanto as maiores podem sofrer maior ação da gravidade e se depositarem sobre o chão a distâncias de 30 a 2 metros do nariz e boca de cada pessoa. Gotículas contaminadas podem se acumular da cavidade nasal aos alvéolos pulmonares e a partir daí os vírus podem se replicar em alta velocidade, antes mesmo da ação do sistema imunológico do indivíduo. Foi demonstrada a alta capacidade de disseminação deste novo coronavírus em ambientes hospitalares, academias, transporte público, igrejas, entre outros ambientes internos, independente da distância; em ambientes externos a transmissão tende a ocorrer se o distanciamento entre pessoas for menor que 2 metros. Evidências demonstraram que o uso de máscaras é capaz de reduzir a transmissão de SARS-CoV-2 em nível populacional. Máscaras de diferentes materiais foram demonstradas como mais eficientes que o não uso de barreiras físicas; devendo, porém, ser observado os seus formatos a fim de garantir melhor adaptação ao rosto e vedação. Apesar do aumento da cobertura vacinal, não há um nível dessa que dispense as intervenções não-farmacológicas que seguirão tendo efeito protetivo na propagação da COVID-19.

**Palavras-chave:** Aerossol, Gotículas, Gotículas nucleares, Máscaras, Transmissão aérea.

<sup>5</sup> Doutor em Microbiologia e Imunologia pela UNICAMP e cirurgião-dentista graduado na Faculdade de Odontologia do Planalto Central (FOPLAC). Professor na Universidade Maurício de Nassau, Brasília. E-mail: sergio.braga.periodontia@gmail.com.

<sup>6</sup> Especialista em Oftalmologia pelo Conselho Brasileiro de Oftalmologia e graduada pela Universidade Federal de Juiz de Fora, MG. Oftalmologista no Hospital Oftalmo Center, Goiânia. E-mail: renataoftalmo@gmail.com.

## O que é um aerossol?

O leitor poderá encontrar dificuldade ao realizar buscas textuais sobre o assunto e realizar a conjugação de conceitos, pois não há um consenso entre os diferentes campos de pesquisa para o uso dos termos que serão aplicados neste capítulo.

Para facilitar, prestamos um espaço inicial para que aquele não familiarizado possa aproveitar de forma mais confortável a sua leitura. Os termos foram aqui descritos com base em revisões ou livros de referência e originais nos campos da engenharia em aerossóis, da química, da físico-química, da infectologia, da estatística e da saúde pública, mantendo o necessário para a compreensão do texto. Os termos apresentam-se também descritos na língua inglesa para que possa ser feita a correlação com os textos originais, facilitando futuras buscas caso seja de interesse.

Os principais termos e conceitos que darão base à compreensão partem do ponto da formação do aerossol (aerolização) e de suas propriedades físicas. Seriam estes: gotículas (*droplets*), gotículas aéreas (*air droplets*), gotículas respiratórias (*respiratory droplets*), gotículas nucleares (*droplet nuclei*). Como um conceito mais amplo, o termo '*airborne*' é encontrado para se relacionar tanto à transmissão aérea como para a simples suspensão no ar de partículas virais (em gotículas ou gotículas nucleares) e alterna, dependendo do contexto, ao ser traduzido para a nossa língua. O dicionário *online* Cambridge define o termo *airborne* como: *in the air, or carried by air or wind or by aircraft*. Sendo a tradução para a língua portuguesa apresentada como: levado pelo ar; em voo. Já o dicionário Linguee apresenta as traduções: aéreo; atmosférico; suspenso no ar.

- *Aerossol*

Em definição Física e não necessariamente, apenas, na área médica, encontramos que aerossol, de forma simplificada, é a suspensão de quaisquer partículas sólidas ou líquidas em um meio gasoso (HINDS, 2012); no caso de interesse nosso, o ar. Essas partículas podem ter de 0,001 $\mu$ m (1nm) até mais de 100 $\mu$ m (0,1mm) (HINDS, 2012).

- *Bioaerossol*

Representa o aerossol de origem biológica. Bioaerossóis são formados por vírus, bactérias, fungos e produtos de organismos vivos como esporos fúngicos e pólen (HINDS, 2012).

- *Jato de aerossol ou spray*

O termo *spray* é, por vezes, utilizado como sinônimo para aerossol, porém este se refere ao fenômeno de um jato disperso por meio de qualquer mecanismo que pulveriza um líquido mecanicamente quebrado por um dado mecanismo (HINDS, 2012).

- *Partículas sólidas e líquidas*

Podem possuir diversos tamanhos e cada publicação adota um critério no que se refere à sua nomenclatura e dimensão. A unidade de medida comumente utilizada para o tamanho de uma partícula é o micrômetro ( $\mu$ m), que representa 0,001 milímetro ou 1000 nanômetros. Os tamanhos de uma partícula aerolizada e suas denominações variam de acordo com seu comportamento passível de ser estudado no ar. Uma partícula será mais influenciada pelo fenômeno da gravidade quanto maior for o seu tamanho e sua densidade.

- *Gotícula nuclear*

É um termo aparentemente mais utilizado na literatura médica (JARVIS, 2020). São gotículas provindas de um aerossol potencialmente contaminado e que perdeu a maior parte de sua fase líquida por evaporação, sendo o principal responsável pela transmissão aérea (*airborne*) de doenças respiratórias via aerossóis (WELLS, 1955). Muitos autores reservam o termo gotícula nuclear àquelas que possuem uma dimensão < 5µm (0,005mm) (TANG *et al.*, 2006; TANG *et al.*, 2020). Estas partículas, quanto mais leves, também poderão sofrer maior influência de rajadas de vento e menor influência gravitacional.

Em um recente artigo de revisão publicado por 16 pesquisadores das áreas de Medicina, Engenharias, Arquitetura, Microbiologia e Química de diversos países (Austrália, Canadá, China, Dinamarca, EUA, Hong Kong, Itália, Reino Unido, Singapura), foi feita uma severa crítica com relação à dificuldade de padronização destes termos aqui apresentados entre profissionais clínicos da saúde, pesquisadores em aerossol e o público em geral (Tabela 1), o que dificulta uma melhor compreensão da transmissão aérea deste vírus por toda a população (TANG *et al.*, 2021).

É bem provável que a dificuldade de consenso, simplesmente conceitual entre aqueles profissionais, possa ter trazido atrasos, inclusive, de decisões para autoridades sanitárias e políticas. Estas confusões já existem na língua inglesa e, para a portuguesa, não foi possível encontrar esclarecimento satisfatório, em pesquisa por meio do buscador Google™, para correlacionar os estudos clínicos e da Ciência dos aerossóis. Este é, portanto, na percepção dos autores, o primeiro trabalho que, ao discutir sobre transmissão de SARS-CoV-2, tenta colocar de forma mais homogênea estes conceitos da Ciência dos aerossóis, especificamente a partir da tradução de textos de especialistas. Infelizmente, até a data da edição deste capítulo, também não foi possível encontrar esclarecimentos adequados e precisos em páginas eletrônicas da OMS, Ministério da Saúde do Governo Brasileiro ou ANVISA (maio de 2021).

**Tabela 1.** Diferenças na compreensão da terminologia aérea (*airborne*) entre cientistas em aerossol, clínicos e público em geral. Fonte: TANG *et al.*, 2021.

Termo	Clínicos	Cientistas em Aerossol	Público em geral
Aéreo, Suspenso no ar, Levado pelo ar ( <i>airborne</i> )	Transmissão a longas distâncias, como sarampo; requer N95 (ou equivalente) para controle de infecção.	Qualquer coisa no ar.	Qualquer coisa no ar.
Aerossol ( <i>aerosol</i> )	Partículas <5µm que mediam transmissão aérea; produzidas por procedimentos geradores de aerossol; requer N95 (ou equivalente).	Coleção de partículas sólidas ou líquidas suspensas em um gás.	Jatos ( <i>spray</i> ) de limpeza e uso pessoal.
Gotícula ( <i>Droplet</i> )	Partícula > 5µm que cai no chão rapidamente a uma distância de 1-2m da fonte; requer máscara cirúrgica para controle de infecção.	Partícula líquida.	Aquilo que vem de um conta-gotas.
Gotículas nucleares ( <i>Droplet nuclei</i> )	Resíduo de uma gotícula que evaporou para < 5µm; sinônimo para aerossol.	Um termo relacionado, nuvem de condensação nuclear; refere-se a pequenas partículas em que a água se condensa para formar uma nuvem de gotículas.	Nunca ouviu falar sobre isso.
Partícula ( <i>Particle</i> )	Vírião, mesmo que partícula viral.	Pequeno “traço” de líquido ou sólido no ar.	Algo como cinza ou fuligem.

Aerossóis podem ser produzidos não só em espirros e tosses, mas inclusive durante a fala, canto e na simples respiração. O famoso vaporzinho que enxergamos ao aproximar um espelho ou um vidro que embaça, é um aerossol (Figura 1), e nele poderá conter partículas virais de indivíduos sintomáticos ou assintomáticos.

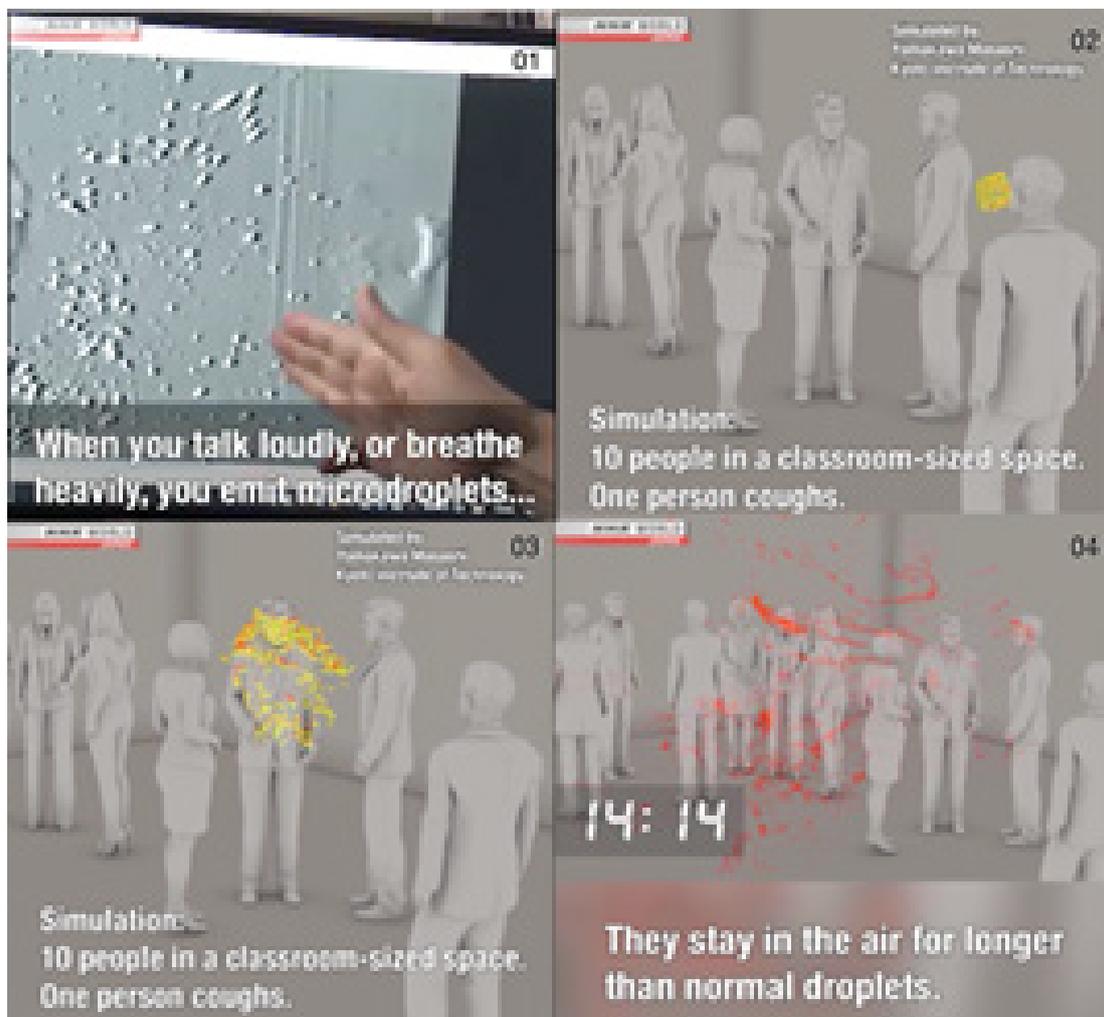


**Figura 1.** Imagens demonstrando a formação de gotículas exaladas ao respirar (aerossol). Essas gotículas são suficientes para contaminar o ar em ambientes internos ou contaminar pessoas a pequenas distâncias. Fonte: Renata Cruz.

Cada um desses indivíduos produzirá quantidades e volumes diferentes de gotículas que poderão permanecer por tempos diferentes em ambientes internos ou externos de acordo com diversas variáveis (Figuras 2 e 3). Atualmente, a OMS e a CDC (julho de 2021) reconhecem a transmissão aérea como possível, principalmente em ambientes internos (*indoor*) com pouca ventilação ou então em ambientes abertos/externos (*outdoor*) com aglomeração, além do contato direto com aerossol em distâncias de até 1,5 metro (WHO, 2021) ou aproximadamente 1,80 a 2,00 metros (6 *feet*) (CDC, 2021a). Segundo Setti *et al.* (2020a), diversos estudos demonstram que estas distâncias ainda não seriam seguras, pois aerossóis produzidos por espirros podem atingir até 8 metros de distância (BOUROUBA, 2020) e, em ambientes fechados, partículas de gotículas nucleares podem permanecer suspensas no ar por até 14 minutos após apenas um minuto de conversa em voz alta (STADNYTSKYI *et al.*, 2020).



**Figura 2.** Alcance das gotículas de aerossol e seu potencial para se espalhar, acumular e permanecer suspenso no ar (*airborne*) por diversas horas em ambientes internos. Partículas azuis representam gotículas, geralmente  $> 100\mu\text{m}$ , sem dessecação suficiente para alcançar distâncias maiores que 2 metros. Em vermelho, as gotículas  $< 100\mu\text{m}$  até gotículas nucleares ( $5\mu\text{m}$ ), representando o aerossol suspenso de 30 minutos até mais de 3 horas, sendo renovado à medida que se respira, fala, tosse ou espirra ao longo do tempo, mas que eventualmente se adere às superfícies ou cai ao chão. Fonte: Tang *et al.* (2021).



**Figura 3.** Imagens do vídeo produzido em reportagem da emissora de televisão japonesa NHK (2020), em conjunto com o Instituto de Tecnologia de Kyoto, mostrando a dispersão de gotículas nucleares (em vermelho) e sua permanência no ar por longos períodos em um ambiente interno após a tosse de um indivíduo. Partículas maiores estão representadas em amarelo e podem diminuir de tamanho em alguns segundos após dessecação antes de atingirem o solo ou superfícies. Simulação feita por Yamakawa Masashi. O vídeo está disponível em <https://youtu.be/C9NEGyXT5wI>.

A rápida disseminação do SARS-CoV-2 por, praticamente, todas as nações em um curto espaço de tempo trouxe preocupação para a melhor compreensão dos mecanismos de transmissão deste novo coronavírus. Parte do direcionamento nos estudos baseia-se no conhecimento prévio sobre a disseminação de outros vírus já conhecidos que afetam o trato respiratório (TR). Os inúmeros estudos e instituições voltadas para este esclarecimento trouxeram informações valiosas neste ano de 2020 e início de 2021 e têm trazido melhorias nos sistemas de segurança e biossegurança em todo o mundo.

### **Como um vírus consegue sobreviver no ar e nos diferentes ambientes que temos?**

Em textos não técnicos, é possível encontrar informações sobre tempo de vida de um vírus, “morte” de vírus. Contudo, vírus não são organismos que possam ser classificados como seres vivos; portanto, serão utilizados os termos ‘viável’ ou ‘ativo’ para aqueles capazes de infectar uma célula humana e ‘inativo’ para os que perderam, ou provavelmente perderam, suas capacidades de infectar.

Muitos trabalhos citam a presença de vírus em ambientes ou no ar, mas nem sempre testam a viabilidade destes para contaminar células humanas. Ao avaliar a presença do material genético (testes de PCR, por

exemplo), encontra-se, apenas, o material ou parte do material genético do vírus, mas não necessariamente este estará ativo. É como se fôssemos investigadores e estivéssemos em uma sala escura em busca de possíveis criminosos completamente imóveis nesta sala e não os víssemos. Alguns criminosos poderiam estar mortos, outros vivos, outros teriam fugido de lá; não saberíamos! Esfregaríamos, a partir daí, algumas zaragatoas (*swabs*) em todas as superfícies e que poderiam absorver, ou não, o DNA de alguns desses criminosos ou até de outras pessoas que por lá tivessem passado, anteriormente, mas que já teriam saído. Mandaríamos para o laboratório, que relataria se foi encontrado DNA de tais criminosos. Para os investigadores, no entanto, mesmo sem ter certeza, não importariam os criminosos mortos, e sim os vivos presentes, que seriam os, ainda, perigosos. No entanto, o material genético não poderia confirmar isso. No caso dos vírus, para saber se estes ainda são ativos, é preciso colocar aquele material coletado em células de laboratório (cultura de células VERO, por exemplo). Depois do período de incubação dos possíveis vírus ativos, os pesquisadores observam as células e buscam por vírus que se replicaram. Seguramente, uma parte desses vírus coletados, mesmo que estejam viáveis, não se replicarão. Mas, certamente, se não houver contaminação da amostra, demonstrada por coleta de mais de uma amostra de uma região, de um controle negativo e de repetições, teremos o valor mínimo de vírus que estariam ativos naquele local.

Vírus envelopados (camada externa de lipídios), tal como o SARS-CoV-2, em geral, são menos resistentes em superfícies e em contato com desinfetantes do que vírus não-envelopados (FIRQUET *et al.*, 2015). Contudo, uma vez alcançada as nossas células e tecidos do corpo, a presença desses envelopes facilita a entrada do vírus no nosso sistema imunológico (BHATTACHARYYA *et al.*, 2013), tal como se fosse uma máscara, um disfarce que fizesse com que o vírus não fosse percebido como estranho por nossas células de defesa.

Foi verificado que gotículas formadas por saliva humana natural aumentam a viabilidade de vírus, independente da umidade e ressecamento (FEDORENKO *et al.*, 2020), em relação a gotículas de água destilada purificada ou solução tampão SM (ideal para manutenção de vírus em laboratório). Isso, portanto, aumenta a possibilidade de infectar alguém em um ambiente interno, mesmo após algumas horas. Aerossóis contendo saliva são produzidos na fala, tosse ou por espirro, enquanto o ar buscado diretamente do pulmão contém apenas água estéril e eletrólitos (ATKINSON *et al.*, 2009b).

Vírus envelopados e de RNA, em geral, se mantêm ativos por curtos períodos fora do corpo, todavia, o SARS-CoV-2 tem sido demonstrado como altamente resistente em relação aos outros vírus, sendo necessária uma temperatura de, pelo menos, 60°C por, no mínimo, 90 minutos para inativá-lo completamente (DERRAIK *et al.*, 2020).

Raios UVA, os principais que chegam à Terra (90-95%), não possuem poder algum contra micro-organismos como o SARS-CoV-2. Os raios UVB da radiação solar possuem eficácia variável dependendo das condições avaliadas suficientes para inativar vírus. Apenas raios UVC, que são totalmente bloqueados pela camada de ozônio, possuem forte poder germicida (SEYER e SANLIDAG, 2020) e, portanto, vêm sendo utilizados em ambientes de saúde e pesquisa, com eficácia, para descontaminação em poucos minutos. Vale detalhar que raios UVA são capazes de atravessar vidros de uma janela; já os UVB, que são reconhecidos como responsáveis, inclusive, por gerar lesões cancerígenas, não conseguem atravessar nem mesmo lentes de óculos. Esse fato aumenta a chance de contaminação em ambientes internos.

Doremalen *et al.* (2020) criaram um ambiente experimental aerolizado a partir de um nebulizador que desprende partículas menores que 5µm (gotículas nucleares) em um tambor de 40L com 65% de umidade relativa e temperatura entre 21 e 23°C. Foi medida a viabilidade para SARS-CoV-2 logo após a aerolização (tempo zero), 30 minutos (min.), 60 min., 120 min. e 180 min. sendo a meia-vida observada entre 1,1 a 1,2 hora, ou seja, a cada pouco mais de uma hora, há uma redução de 90% (1 x Log<sup>10</sup>) da contagem de vírus viáveis.

Em outro estudo, que avaliou diferenças na viabilidade com alteração da umidade relativa (UR) em saliva artificial, foram encontrados valores maiores de meia-vida de SARS-CoV-2, podendo chegar a quase 3 horas em ambientes com UR entre 68-88% (SMITHER *et al.*, 2020) comparado com UR entre 40-60% e meia-vida de aproximadamente 50 min. Todavia, devemos lembrar que isto não necessariamente indica que em uma cidade, ou região de UR mais baixa, teríamos diminuição de infectados, pois é sabido que, por outro lado, mucosas ressecadas são menos protegidas no que se refere à infecção por vírus, pois o muco é reconhecido como uma camada protetora contra agentes infecciosos tais como o vírus sincicial respiratório (VSR) e o vírus Influenza, da gripe (ZANIN *et al.*, 2016). Além disso, a saliva é uma importante secreção para carregar anticorpos neutralizantes do tipo IgA.

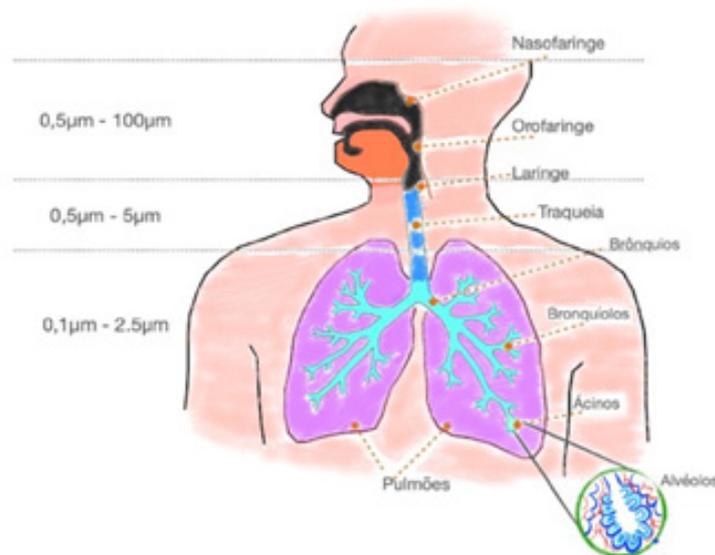
Em um estudo *in vitro* (DABISCH *et al.*, 2020), que avaliou variações de umidade (20-70%), radiação UVB (0 a 1,9 W/m<sup>2</sup>) e temperatura (10 a 40°C) em aerossóis produzidos em saliva artificial, foi possível observar a sensibilidade do vírus na associação concomitante destes três fatores. Dabisch *et al.* (2020) observaram que houve variação do menor tempo da meia-vida, de 4,8 minutos em condições de 40°C, 20% UR e intensidade alta de radiação UVB, semelhante ao meio-dia em um dia de solstício de verão na latitude 40° N em um dia de céu limpo, sem nuvens. O valor máximo de preservação teve uma meia-vida acima de 2 horas em um ambiente fechado à noite. Segundo os autores, dentre os três parâmetros, exceto quando em temperatura de 30°C com UR de 70%, a presença de raios UVB foi o mais relevante para diminuir a viabilidade do novo coronavírus.

Alguém pode questionar-se como tivemos um forte avanço da pandemia em cidades como Manaus e Rio de Janeiro (alta umidade e temperatura), e Brasília (baixa umidade relativa e forte iluminação natural). Primeiramente, precisamos entender que estas condições ideais não incluem inúmeras variações que ocorrem nas cidades. A presença de construções altera a temperatura de forma isolada e cria barreiras para penetração de raios UVB dependendo do período do dia. Também em outros trabalhos, foi discutido que a poluição em cidades diminui a penetração de raios UVB (BOURDREL *et al.*, 2021), além de poder ajudar a carregar gotículas contaminadas para distâncias maiores (SETTI *et al.*, 2020b). O período de inverno, quando se observa o aumento de diversas transmissões virais, é acompanhado de fechamento de ambientes com climatizadores. O mesmo ocorre em cidades como Manaus que, por conta das altas temperaturas, possui diversos prédios fechados com sistema de condicionamento de ar.

### **Quanto de aerossol e de vírus são necessários para contaminar alguém?**

Quando expiramos ou inspiramos, o tamanho (diâmetro) das gotículas do aerossol é um fator essencial para o alcance no ambiente externo ou nas nossas vias respiratórias superiores (TRS: cavidade nasal, nasofaringe, orofaringe e laringe) ou inferiores (TRI: traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos).

As partículas de um aerossol capazes de serem estudadas podem ser tão pequenas como 0,001-0,5µm ou maiores que 100µm. Uma parte do conhecimento de seus depósitos no TRI e TRS provém de estudos sobre aerossóis medicamentosos, poluição, cigarros *etc.* já realizados há muitos anos (OBERDÖRSTER *et al.*, 2005; GUZMAN, 2021) e, mais atualmente, em estudos baseando-se em modelos mecânicos, simulações computacionais, modelos animais e autópsias em humanos voltados para a compreensão da infecção por SARS-CoV-2 nos tecidos dos tratos respiratórios (MIGUEL, 2017; CHAN *et al.*, 2020; CHANDRASHEKAR *et al.*, 2020; MADAS *et al.*, 2020; WÖLFEL *et al.*, 2020; DE OLIVEIRA *et al.*, 2021; DEINHARDT-EMMER *et al.*, 2021; SHAO *et al.*, 2021) (Figura 4).



**Figura 4.** Capacidade de penetração nos tratos respiratórios superiores e inferiores, de acordo com o diâmetro das gotículas inaladas. Fonte: Adaptado de Guzman (2021).

Com relação ao diâmetro do SARS-CoV-2, este pode variar entre 60 e 140nm (0,06-0,14µm) (ZHU *et al.*, 2020). Não há estudos definindo a quantidade de vírus que poderia conter em uma única gotícula nuclear (0,5µm) até gotículas maiores promovidas por espirros (>130µm). O maior desafio nos estudos de transmissibilidade estaria na faixa de “transferência de função/competência” entre virologistas e engenheiros/físicos das ciências dos aerossóis. Alguns estudos já foram realizados para avaliar a quantidade, volume do aerossol, proporção x diâmetro de cada gotícula (MORAWSKA *et al.*, 2009). Tais aspectos variam de acordo com a atividade (respiração, fala, tosse, risada, canto, espirro) e nível dessas atividades (repouso, sussurro, atividade física leve ou intensa *etc.*) (MORAWSKA *et al.*, 2009; BUONANNO *et al.*, 2020; DHAND e LI, 2020). É possível observar uma quantidade média de vírus por mL (carga viral/cópia de vírus - cv/mL) na saliva próximo a 10<sup>6</sup> cv/mL entre pessoas assintomáticas; podendo chegar a 10<sup>11</sup> cv/mL, dependendo da fase em que se encontra a evolução da virose. Aquele primeiro valor é considerado uma baixa carga, mas, ainda assim, capaz de contaminar pessoas (BUONANNO *et al.*, 2020; DOREMALEN *et al.*, 2020). Pan *et al.* (2020) observaram valores que variavam de 641 cv/mL a 1,34 x 10<sup>11</sup> cv/mL em 80 pacientes sintomáticos. As coletas foram feitas a partir de esfregaço com zaragatoa em região orofaríngea (*swab* de garganta) e/ou escarro com mediana de 7,99 x 10<sup>4</sup> cv/mL e 7,55 x 10<sup>5</sup> cv/mL, respectivamente. Houve pico de carga viral (cv/mL) entre os 5º e 6º dias do início dos sintomas.

### **Existem evidências dessas contaminações pelo ar de uma pessoa para outra no mundo real?**

As evidências clínicas e epidemiológicas associadas aos vírus de transmissão aérea têm corroborado essa forma de transmissão (KUTTER *et al.*, 2018). Em 09 de janeiro de 2020, autoridades chinesas apresentaram publicamente na mídia de seu país e à sociedade científica seus primeiros achados de uma pneumonia ainda desconhecida, até então percebida como uma epidemia regional na cidade de Wuhan (QIAOSU, 2020), mas que já estava preocupando profissionais de saúde locais desde dezembro de 2019. No dia 07 de janeiro de 2020, pesquisadores declararam que haviam conseguido isolar o agente causador da pneumonia e o denominaram de 2019-nCoV (WANG *et al.*, 2020; ZHU *et al.*, 2020). Logo em seguida, foi realizado o seu se-

quenciamento genético (WANG *et al.*, 2020) e só a partir de então começou o trabalho de produzir um trecho de material genético (*primer* de PCR) capaz de identificar e permitir que cientistas e profissionais de saúde do mundo todo pudessem enxergar a presença deste vírus. Até 26 de janeiro diversas outras regiões da China apresentaram casos identificados como tendo esse novo coronavírus como responsável. Não se reconhece, de início, nenhum novo vírus antes de isolá-lo e sequenciá-lo. Somente assim, com as buscas de infectologistas e epidemiologistas, começam os estudos para se entender como ocorre a transmissão de um agente infeccioso. Disseminação por contato com superfícies contaminadas? Contato com animais? Contato direto com humanos? Contato direto por saliva? Contaminação por aerossol? Impossível saber até então. Um verdadeiro trabalho de um detetive que verifica regiões geográficas com infectados e entrevista pessoas para saber o que realizaram e por onde passaram dias antes de apresentarem os sintomas. Esses estudos trazem à luz a compreensão e hipóteses de como ocorre a transmissão de um organismo invisível aos nossos olhos.

Em diversos países, autoridades e pesquisadores rastrearam ou acompanharam casos de contaminação e disseminação do SARS-CoV-2 por pessoas que transitavam pelas suas comunidades em diversos ambientes. Porém, ainda, relativamente poucos estudos foram feitos com rastreamento e acompanhamento dos contaminados, hospitalizados e mortos em grupos de indivíduos para que se possa encontrar mais respostas com relação às formas de disseminação.

Várias recomendações baseadas no confinamento de ar (ambientes fechados ou abertos), espaço físico e tempo previsto de permanência em um dado ambiente foram repassadas para a população para que esses fossem evitados. De fato, estes fatores são importantes; porém, por si só, não conseguem trazer luz a todas as perguntas e situações que podem sofrer influência de diversos fatores externos, tais como fatores físicos ou biológicos. Dentre esses fatores físicos, podem ser citados circulação interna de ar, umidade relativa, posicionamento de ventiladores e aparelhos de ar-condicionado, posição de paredes ou barreiras físicas, altura do ambiente, presença de fômites (diferentes superfícies ou objetos possíveis de serem contaminados e capazes de reter ou transportar agentes infecciosos de um indivíduo a outro) e materiais particulados além do aerossol líquido (poeira, fumaça, agentes poluentes, produtos químicos industriais) (SETTI *et al.*, 2020a).

Lednický *et al.* (2021) realizaram um interessante trabalho no qual avaliaram a presença de vírus viável em um percurso de 15 minutos de carro de um paciente positivo, com sintomas leves e sem tosse. O paciente se apresentou a uma clínica onde foi realizado o exame de PCR para COVID-19 e testado positivo. Dois dias após, foi convidado para participar de um teste no qual dispuseram no quebra-sol do passageiro um pequeno aparelho de sucção de ar contendo filtros capazes de reter vírus, com o bocal voltado para o teto do carro. O paciente realizou um percurso de 15 minutos até a clínica, com ar-condicionado ligado, janelas fechadas e sem uso de máscara. Ao chegar na clínica o aparelho foi removido para a inoculação da amostra, onde foi possível observar presença de SARS-CoV-2 viável.

Ainda no início da pandemia, no dia 25 de janeiro de 2020, uma jovem mulher de uma província chinesa, que até então não havia tido casos relatados de COVID-19, recebeu o diagnóstico após apresentar febre e tosse por três dias (SHEN *et al.*, 2020). A família composta por três membros (pai, mãe e filha) foi admitida no hospital para permanecer em quarentena. O pai apresentou os mesmos sintomas da filha e a mãe de 60 anos, que chegou assintomática, apresentou comprometimento pulmonar por meio de avaliação por tomografia computadorizada. Esta foi questionada dos lugares por onde havia passado e relatou ter participado de um culto budista em ambiente aberto na cidade de Ningbo na província de Zhejiang. Para chegar ao evento, a paciente viajou 50 minutos em um dos dois ônibus que levava, ao todo, 126 pessoas, mais dois motoristas. O evento que chegou a ter 298 budistas, sendo cinco monges, teve duração de 150 minutos. Após chegar do evento, lembrou que teve calafrios, tosse e mialgia. Também relatou ter participado de um jantar com 10 pes-

soas no dia 17 de janeiro, sendo que quatro delas tinham histórico de viagem recente para Wuhan. Os outros dois membros da família não haviam participado dos mesmos eventos. Houve busca para contatar todos os participantes do evento. Dos 172 participantes que não estiveram nos ônibus, incluindo os monges, sete receberam o diagnóstico da síndrome respiratória e todos esses relataram ter tido contato próximo com a paciente de 60 anos (paciente *index*, PI). No ônibus em que esta paciente esteve na viagem, mais da metade das pessoas desenvolveram sintomas, enquanto no outro ônibus da excursão não houve relatos de contaminados. Os pesquisadores ainda avaliaram as distâncias entre as poltronas dos ônibus e a PI. Com estes dados, foi possível observar a alta transmissibilidade deste vírus, porém não foi encontrada associação da severidade da doença com a proximidade entre os contaminados e a paciente dentro do ônibus, o que torna provável a contaminação por transmissão aérea (*airborne*) a partir dos aerossóis produzidos pela PI. Os investigadores avaliaram, inclusive, os exaustores de ar do ônibus e possíveis superfícies de contaminação. Os casos foram acompanhados e nenhum evoluiu para morte, porém foi relatado que outros passageiros do ônibus contaminaram terceiros.

Nos EUA, em Washington, um evento de um coral com 122 participantes foi apresentado como um exemplo da alta transmissibilidade (HAMNER *et al.*, 2020). O coral ocorria semanalmente, das 6h30 às 9h00 (150 minutos), com 15 minutos de intervalo com lanche no fundo do salão. A maioria dos participantes deixava o local imediatamente após o final dos corais e não havia qualquer contato físico entre todos eles. Determinado dia, cinco após o evento ter ocorrido (15 de março), o diretor do coral enviou um *e-mail* relatando que, entre os dias 11 e 12, três participantes apresentaram febre e dois testaram positivo para SARS-CoV-2. No dia seguinte ao *e-mail*, três dos participantes testaram positivo e depois 24 membros reportaram ter tido sintomas semelhantes a gripe. Na última mensagem, o diretor enfatizou que houvesse distanciamento social e que se preocupassem com os sintomas da COVID-19, isso fez com que vários membros se isolassem em casa por iniciativa própria e um deles notificou a vigilância sanitária local (SCPH – *Skagit County Public Health*). A partir do dia 18 de março, todos os 122 membros foram interrogados. As entrevistas focaram nas práticas dos dias 03 e 10 (dias do evento) e para outras potenciais exposições e todos foram orientados a permanecerem em quarentena por, pelo menos, duas semanas. Um dos participantes teve sintomas leves de resfriado no dia 07 e testou positivo para SARS-CoV-2. Foi avaliada a quantidade de pessoas presentes nos dias 03 e 10 e apenas uma que participou exclusivamente do evento do dia 03 teve algum sintoma, mas não testou positivo. Todos os outros participantes que se contaminaram estiveram nos dois eventos ou exclusivamente no segundo. E, portanto, o paciente que teve sintomas leves no dia 07 foi considerado o paciente *index*. Ao final, 52 dos 60 expostos (86,7%) desenvolveram a doença, desses, três foram hospitalizados, dos quais dois vieram a óbito. A pesquisa conduzida pelo SCPH regional foi publicada pelo CDC dos EUA e concluiu que a transmissão aérea (*airborne*) foi a principal, se não a única, responsável pela dispersão dos aerossóis produzidos durante os ensaios do coral.

Outros eventos semelhantes foram descritos em hospitais, igrejas, quadras de esporte fechadas, academias de ginástica e salões de dança. Esses exemplos supracitados deixam clara a ideia de que a rota de disseminação do vírus não necessariamente está relacionada ao contato direto com o jato de aerossol (*spray*) emitido em uma tosse ou espirro e que pode ser enxergado a olho nu.

### **Como sabem a distância segura entre as pessoas?**

A dispersão de aerossol suspenso no ar (*airborne*) e circulando entre as pessoas seria suficiente em ambientes fechados (com ou sem ventilação) e pouco provável em ambientes abertos, a não ser que houves-

se contato próximo, tal como a distância mínima recomendada pela OMS e pela CDC (entre 1,5 e 2 metros) (ATKINSON *et al.*, 2009a; CDC, 2021a; WHO, 2021).

Entre os anos 30's e 50's (WELLS, 1955), ocorreram os primeiros estudos que avaliaram a distância que aerossóis humanos poderiam atingir por meio de modelos matemáticos e propriedades físicas das gotículas de saliva. Há de se compreender que, a olho nu, temos uma limitação para enxergar e medir esse aerossol e, portanto, sem equipamentos ou metodologias mais precisos e adequados, os primeiros estudos apresentam valores de distâncias mais limitados. Wells (1955) descreveu que gotículas entre 97-172 $\mu\text{m}$  expelidas por uma pessoa de 1,50m cairiam ou ressecariam por completo em até 2 metros. Atualmente, graças aos avanços tecnológicos, é possível a realização de estudos mais minuciosos, utilizando ambientes com iluminação controlada, câmeras fotográficas e de vídeo de alta velocidade e com maior definição de imagens, feixes de luz ou de raios LASER, além de avaliações promovidas pela dispersão do aerossol por correntes de ar simuladas, ou não, e com modelos matemáticos e computacionais para observar a distância mais precisa alcançadas por aerossóis em ambientes internos.

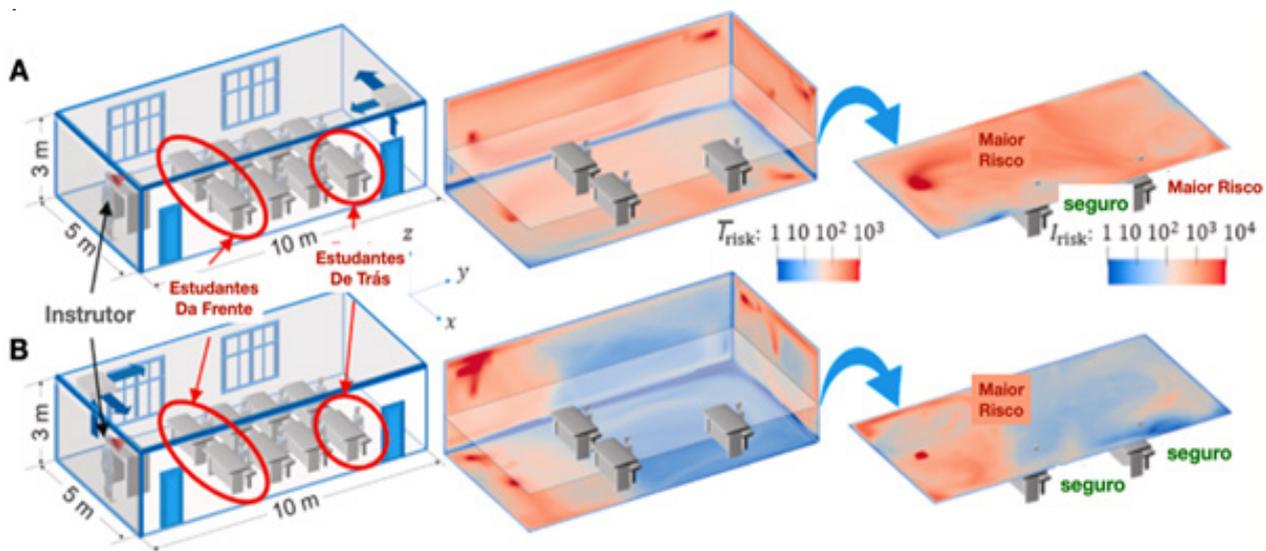
Xie *et al.* (2007) reavaliaram as dispersões clássicas propostas por Wells (1955) reconhecendo a dinâmica dos aerossóis após serem expelidos. Os autores fizeram uso de cálculos mais avançados e consideraram ambientes semelhantes aos definidos nos primeiros estudos, porém com gotículas entre 0,3 e 200 $\mu\text{m}$ . Gotículas entre 60-100  $\mu\text{m}$  conseguiram distâncias em espirros (velocidade de 50 metros/segundo - m/s) de mais de 6 metros; na tosse (10m/s), mais de 2 metros; na respiração normal (1m/s), pouco menos de 1 metro. Não todas, mas uma parte dessas gotículas, ao dessecarem, foi levada a distâncias maiores que aquelas que sofreram menor dessecação. Nisso podemos reconhecer que as distâncias preconizadas de 1,5 a 2,0m pela OMS e CDC não serão apropriadas em ambientes fechados, onde sempre ocorrerá algum fluxo de ar médio entre 0,1 e 0,2m/s, sem a ventilação apropriada que consiga reciclar o ar interno. Ou seja, estas partículas que sofrerem ressecamento poderão ficar suspensas no ar (*airborne*) por minutos ou horas e outras pessoas poderão se contaminar ao adentrar o ambiente, mesmo na ausência de pessoas contaminadas. Todavia, vale ressaltar que Xie *et al.* (2007) não se preocuparam em calcular a manutenção da suspensão no ar das menores partículas, apenas simulando a distância que conseguiriam alcançar, na ausência de turbulências e fluxos de ar.

### **Qual o risco de eu me contaminar em um ambiente interno?**

Buonanno *et al.* (2020) desenvolveram uma metodologia para avaliar o risco de infecção aérea por SARS-CoV-2 em ambientes específicos, de acordo com as atividades desempenhadas no local. O projeto foi longo e precisou da participação de muitos pesquisadores, entretanto, há algumas limitações na metodologia, principalmente no que se refere aos valores que seriam necessários para contaminar um ou vários indivíduos conforme suas suscetibilidades. Por causa das semelhanças, foram utilizadas no estudo variáveis associadas ao SARS-CoV-1 (DOREMALEN *et al.*, 2020). Foi mostrado que indivíduos assintomáticos, com baixa carga viral e aparentemente saudáveis, poderiam contaminar mais durante atividades que exigissem um maior esforço respiratório, podendo igualar a indivíduos internados em hospital com carga viral maior, porém em repouso. Isso se dá pelo fato de que, quanto mais um indivíduo exala ar contaminado, maior é o número de partículas virais liberadas no ar. Os autores apresentam, no estudo, o seguinte exemplo: um indivíduo contaminado, sem máscara ( $10^9$  c $\sqrt{\text{mL}}$  de saliva), fala em tom moderado no interior de uma farmácia de 25m<sup>2</sup>, com cinco trabalhadores e fluxo de clientes. Segundo os autores, se este indivíduo permanecer por 10 minutos na farmácia e um novo cliente entrar 16 minutos após a sua saída e permanecer também por 10 minutos, a chance de contaminação é de 1,2%, se a farmácia apresentar ventilação mecânica, e mais que o dobro (2,8%) se a ventilação

no local for natural. Este modelo, a princípio, calcula variados ambientes, com formas diversas de circulação de pessoas e diferentes tempos de permanência, e considera ainda se os ambientes se situam em regiões com ou sem confinamento (*lockdown*).

Outro estudo (SHAO *et al.*, 2021) avaliou o percurso e a distância que aerossóis de oito pessoas poderiam chegar em ambientes como um elevador (4m<sup>2</sup>), uma pequena sala de aula (50m<sup>2</sup>) e um pequeno supermercado (100m<sup>2</sup>). Todos os ambientes apresentavam 3 m de altura. Foi pedido para que os voluntários conversassem e tossissem no ambiente fechado e sem ventilação e o aerossol produzido por eles foi avaliado por meio de aparelhos digitais de alta resolução, sendo, logo em seguida, transferidos como dados para simuladores de ambientes. Foi possível observar as regiões em um ambiente de maior risco de contaminação, dependendo do posicionamento das pessoas, de suas atividades (fala, respiração, tosse), e das regiões onde ocorre ventilação mecânica (p.ex., ventilador de teto de elevador, condicionador de ar) e troca de ar (portas e janelas). Interessante ver que algumas ideias associadas ao senso comum de onde haveria maior risco, nem sempre se confirmaram. Verificou-se que, dependendo do posicionamento das pessoas e janelas, por exemplo, regiões mais afastadas do interlocutor podem gerar maior risco de contaminação que regiões mais próximas (Figura 5). O estudo aponta, ainda, a existência de indivíduos que podem ser considerados potenciais “superemissores” (*super-emitters*), por possuírem capacidade respiratória maior que os demais, exalando, em média, mais gotículas. Baseados na literatura, os autores relatam que é possível que esses “superemissores” representem 6 a 25% de uma população



**Figura 5.** Simulação de uma sala de aula com alunos, sem condicionador de ar (A) e com o aparelho (B), demonstrando a alteração de zonas de risco com relação a um instrutor posicionado na frente da sala. Fonte: Shao *et al.* (2021).

Em um primeiro momento, estes estudos evidenciam a compreensão dos riscos em cada ambiente para que possamos conter a COVID-19, sendo que, futuramente, auxiliará arquitetos, engenheiros, agências de vigilância sanitária *etc.* para que possam promover ambientes mais seguros à população. Salas de aula, escolas, hospitais, clínicas, estações de transporte, aeroportos, aviões, ônibus, ginásios, mercados, edifícios comerciais, cada um desses ambientes possui peculiaridades, um *modus operandi* que poderá ser planejado de forma personalizada para que promova menores riscos de contaminação e maior segurança, a fim de evitar o aparecimento de novas variantes de micro-organismos capazes de dar início a futuras epidemias em centros urbanos.

É possível estudar os riscos e diminuí-los de uma forma coletiva, mas, como puderam observar, a carga viral pode variar em indivíduos assintomáticos da mesma maneira que varia em sintomáticos. Além disso,

alguns estudos correlacionam variações genéticas que podem aumentar a predisposição a casos graves da COVID-19. Portanto, a avaliação de risco individual ainda seria muito complexa, pois em estudos coletivos, todos esses fatores são diluídos.

Todos esses estudos se basearam em pessoas sem uso de máscara. Algumas nações orientais, como Singapura, China e Japão, já possuíam a compreensão comunitária de uso de máscaras em situações de epidemia, além de medidas de higiene em espaços públicos. No entanto, nações ocidentais como o Brasil ainda têm dificuldade em entender a importância do uso de máscara para conter o alastramento de uma epidemia, mesmo que seja anunciado pelas autoridades governamentais e de vigilância sanitária. Apesar de, infelizmente, muitos veículos de mídia no Brasil, autoridades públicas e até alguns profissionais de saúde questionarem o uso de máscara, não é novidade que elas sempre funcionaram para reduzir riscos. A Ciência, no entanto, precisa apenas entender quais os níveis de segurança delas, considerando os diferentes materiais de fabricação e formas de utilização, assim como os valores aproximados dos riscos de infectados, assintomáticos ou sintomáticos, transmitirem o vírus e de pessoas se contaminarem, mesmo usando máscaras.

**Então o uso de máscaras pode impedir disseminação dos vírus por aerossóis? Mas eu conheço várias pessoas que se contaminaram usando máscaras.**

É consenso que máscaras faciais e respiradores reduzem a disseminação de gotículas respiratórias que podem conter micro-organismos. Estudos recentes demonstram que o uso de máscaras reduz a transmissão da COVID-19 em nível populacional, atenuando a curva de contágio (CHU *et al.*, 2020; LEUNG *et al.*, 2020). As possíveis formas de transmissão da COVID-19 durante o uso de máscaras não são completamente esclarecidas, pois fatores de confusão, como o modelo das máscaras, diferenças de ambiente, umidade relativa do ar, superemissores, manutenção/higienização da máscara, qualidade de fabricação, adaptação ao rosto e modo de uso, tornam mais complexo estabelecer a eficácia das máscaras.

No início da pandemia, com a obrigatoriedade do uso pela população, e, por outro lado, a escassez de máscaras cirúrgicas e respiradores do tipo N95, o consequente aumento de seu custo, as preocupações com desconforto e receio embasado em informações enganosas de possíveis efeitos colaterais pelo uso prolongado daquelas (TEIXEIRA, 2020), levaram a população a buscar soluções mais acessíveis e confortáveis como lenços e máscaras de tecido, quando não evitavam o uso das máscaras. Entretanto, a eficácia de cada uma dessas opções não está completamente elucidada.

Fischer *et al.* (2020) observaram a eficácia de filtragem de aerossol em 14 tipos de máscaras (Figura 6 e Tabela 2) durante a fala de uma frase repetida 5 vezes (“*Stay healthy, people*”) dentro de um tempo de 40 segundos.

**Tabela 2.** Modelos de máscaras e respectivas descrições. Máscaras com asterisco foram testadas por quatro voluntários, 10 vezes cada. Sem asterisco apenas um voluntário, 10 vezes. Fonte: Fischer *et al.* (2020).

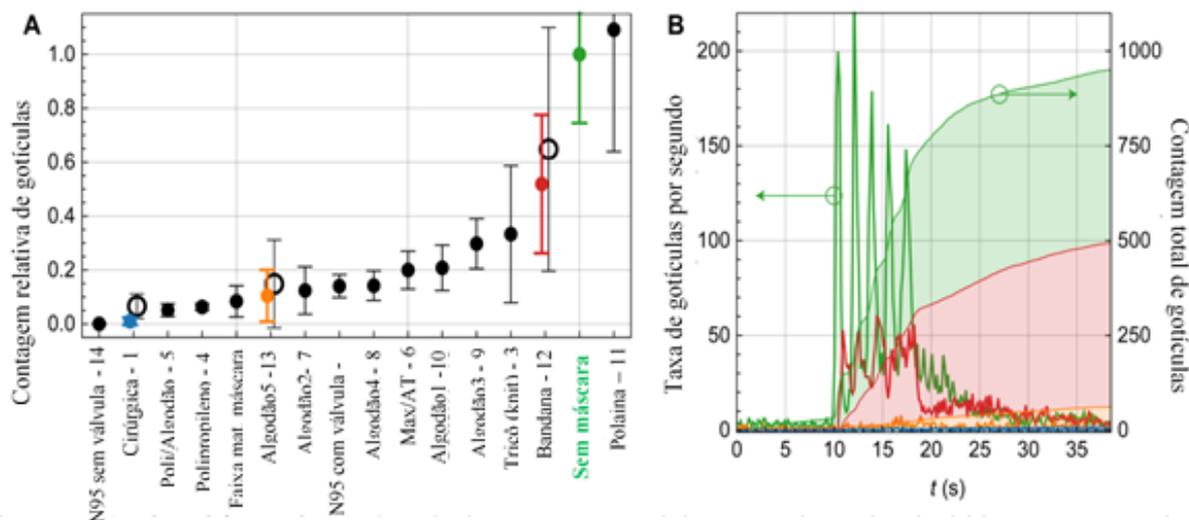
MODELO	DESCRIÇÃO
1. Cirúrgica *	Máscara cirúrgica descartável de 3 camadas
2. N95 com válvula	N95 com válvula de exalação
3. Tricotada ( <i>knit</i> )	Tricotada ( <i>knit</i> )
4. Polipropileno	Duas camadas de polipropileno
5. Polipropileno e algodão	Algodão-polipropileno-algodão
6. MaxAT	Uma camada Maxima AT

7. Algodão2	Duas camadas de algodão estilo plissada
8. Algodão 4	Duas camadas de algodão, plissada
9. Algodão 3	Uma camada de algodão, plissada
10. Algodão 1	Uma camada de algodão, plissada
11. Polaina	Polaina para pescoço de poliéster/spandex, gramatura 0,022 g/cm <sup>2</sup>
12. Bandana *	Bandana de duas camadas, gramatura 0,014g/cm <sup>2</sup>
13. Algodão 5 *	Duas camadas de algodão, plissada
14. N95 ajustada	N95, sem válvula, ajustada
Faixa (Swatch)	Faixa feita de material de máscara, polipropileno
Sem máscara *	Voluntário pronuncia frase sem uso de nenhuma barreira



**Figura 6.** Imagens das máscaras investigadas. Foram testadas 14 máscaras e uma faixa feita de material das máscaras (swatch de polipropileno) comparado à fala sem uso de máscaras. Fotografias: Emma Fischer, Duke University. Fonte: Fischer et al. (2020).

Os autores compararam a contagem relativa de emissão de gotículas (aerossol), tendo como referência a ausência de qualquer barreira física (100%). Máscaras N95 sem válvula tiveram uma emissão de apenas 0,1%, enquanto uma polaina de pescoço (uma peça de proteção térmica semelhante a uma faixa circular), obteve 110%. Este valor de 110%, aparentemente estranho, foi causado por uma quebra das gotículas com consequente aumento na dispersão destas (Figura 7A). A máscara de algodão de duas camadas (curva laranja) foi bastante eficaz em reter as partículas expelidas durante a fala, enquanto um lenço tipo bandana (curva vermelha) reduziu essa projeção pela metade apenas em relação ao controle, sem máscara (Figura 7B). Assim, observamos que, com exceção da bandana e da polaina, todas as máscaras testadas, de diferentes materiais, conseguiram filtrar as gotículas produzidas por uma pessoa de maneira muito eficaz.



**Figura 7.** Transmissão de gotículas de aerossol através das máscaras. **(A)** Gráfico de barra de erro (com desvio-padrão médio) com a transmissão relativa através da máscara correspondente após 10 avaliações para cada, normalizado para o controle (sem máscara, valor 1, ou 100%). **(B)** Gráfico de linha e área (eixo x) pelo tempo em segundos [t(s)] com a evolução da dispersão das gotículas (linha) na fala e a contagem acumulativa de gotículas (área) em cada situação. Sem máscara (verde), bandana (vermelho) máscara de algodão (laranja), cirúrgica (azul, porém não visível na definição). Fonte: Fischer *et al.* (2020).

Além do material da máscara, seu formato e sua adaptação ao rosto podem favorecer a formação de espaços entre o objeto e o rosto, chamados de escapes, os quais constituem outra rota através da qual as partículas de aerossóis podem alcançar o nariz e a boca (Figura 8). As máscaras planas, com pouca adaptação e vedação ao rosto, são mais propensas a permitir maiores escapes (FISCHER *et al.*, 2020; VERMA *et al.*, 2020). Os escapes podem ser classificados como circulares ou retangulares, dependendo da área do rosto onde se formam. Escapes circulares aparecem próximos à ponte nasal (dorso do nariz) e retangulares, ou em fenda, próximos às bochechas. Nos escapes circulares é maior a porcentagem de partículas do ambiente que entram durante a respiração. Quanto maior a queda da pressão dentro da máscara durante a inspiração (o que pode ter relação com fatores como seu formato, sua adaptação ao rosto ou espessura do tecido), mais partículas da zona de respiração são atraídas para a máscara ao redor do perímetro do encaixe na face, aumentando a probabilidade de serem aspiradas através dos escapes. Conclui-se, também, que é extremamente importante que o formato da máscara seja escolhido de acordo com o rosto, a fim de garantir melhor vedação.

### E quando poderemos deixar de usar máscaras?

É natural que as pessoas rejeitem manter o uso das medidas não farmacológicas de combate à COVID-19 (distanciamento social e uso de coberturas faciais, como as máscaras), tentando voltar a um cenário de “normalidade” pré-pandêmico, à medida que a vacinação da população avança.

Independentemente do nível de cobertura vacinal, as medidas não farmacológicas podem desacelerar o aumento dos casos, mostrando-se sempre úteis, e especialmente em interações breves. Ainda não está claro o alcance dessas intervenções na prevenção do risco de infecção, em nível individual, em uma população parcial ou totalmente vacinada.

O CDC atualizou as recomendações para os protocolos de aglomerações seguras, permitindo que grupos completamente vacinados interajam entre si ou com pequenos grupos de pessoas com baixo risco sem

o uso das medidas não farmacológicas. Ainda recomenda evitar aglomerações médias ou grandes e o uso de intervenções não farmacológicas em público ou no contato com pessoas não vacinadas (CDC, 2021b).

A revogação ou o afrouxamento das medidas não farmacológicas, como já vem acontecendo em alguns países, podem levar a aumentos localizados de casos de COVID-19. Modelos epidemiológicos populacionais dos efeitos da vacina sobre a transmissão do SARS-CoV-2 sugerem que a descontinuação precoce daquelas medidas pode levar a novos surtos da infecção. Há evidências de que as vacinas podem não conferir imunidade completa, porém podem retardar a transmissão, o que dificultaria o controle do avanço da doença (ASCHWANDEN, 2020).

Dessa maneira, não há um nível de cobertura vacinal que dispense as intervenções não farmacológicas, entretanto, pode-se dizer que o seu efeito de controle é proporcional à prevalência da COVID-19, ou seja, quanto menor a prevalência na população, menor o risco de propagação da doença, e menor o peso da relevância dessas medidas dentro das estratégias adotadas; porém, ainda assim, as medidas de distanciamento social e o uso de máscaras terão efeito protetivo, evitando a propagação do SARS-CoV-2.

## Referências

- ASCHWANDEN, C. The false promise of herd immunity for COVID-19. Why proposals to largely let the virus run its course - embraced by Donald Trump's administration and others - could bring "untold death and suffering". **Nature**, v. 587, p. 26-28, 2020. DOI: 10.1038/d41586-020-02948-4.
- ATKINSON, J.; CHARTIER, Y.; PESSOA-SILVA, C. L. *et al.* **Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings**. WHO, 2009a. Disponível em: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143284/pdf/Bookshelf\\_NBK143284.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143284/pdf/Bookshelf_NBK143284.pdf). Acesso em: jul. 2021.
- ATKINSON, J.; CHARTIER, Y.; PESSOA-SILVA, C. L. *et al.* **Annex C, Respir Droplets**. In: *Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings*. WHO, 2009b. Disponível em: [www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143281/#](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143281/#). Acesso em: jul. 2021.
- BHATTACHARYYA, S.; ZAGÓRSKA, A.; LEW, E. D. *et al.* Enveloped viruses disable innate immune responses in dendritic cells by direct activation of TAM receptors. **Cell Host & Microbe**, v. 2, n. 2, p. 136-147, 2013. DOI: 10.1016/j.chom.
- BOURDREL, T.; ANNESI-MAESANO, I.; ALAHMAD, B. *et al.* The impact of outdoor air pollution on COVID-19: a review of evidence from in vitro, animal, and human studies. **European Respiratory Review**, v. 30, n. 159, 2021. DOI: 10.1183/16000617.0242-2020.
- BOUROUBA, L. Turbulent gas clouds and respiratory pathogen emissions: potential implications for reducing transmission of COVID-19. **JAMA**, v. 323, n. 18, p. 1837-1838, 2020. DOI: 10.1001/jama.2020.4756.
- BUONANNO, G.; MORAWSKA, L.; STABILE, L. Quantitative assessment of the risk of airborne transmission of SARS-CoV-2 infection: Prospective and retrospective applications. **Environment International**, v. 145: 106112, 2020. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106112.
- CDC – Centers for Disease Control and Prevention. **How to Protect Yourself & Others**. 2021a. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/prevention.html>. Acesso em: jul. 2021.
- CDC – Centers for Disease Control and Prevention. **Guidance for Fully Vaccinated People**. 2021b. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/fully-vaccinated.html>. Acesso em: jul. 2021.

- CHAN, J. F.; ZHANG, A. J.; YUAN, S. *et al.* Simulation of the clinical and pathological manifestations of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in a golden syrian hamster model: implications for disease pathogenesis and transmissibility. **Clinical Infectious Diseases**, v. 71, n. 9, p. 2428-2446, 2020. DOI: 10.1093/cid/ciaa325.
- CHANDRASHEKAR, A.; LIU, J.; MARTINOT, A. J. *et al.* SARS-CoV-2 infection protects against rechallenge in rhesus macaques. **Science**, v. 369, n. 6505, p. 812-817, 2020. DOI: 10.1126/science.abc4776.
- CHU, D. K.; AKL, E. A.; DUDA, S. *et al.* Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: A systematic review and meta-analysis. **Lancet**, v. 395, p. 1973-1987, 2020. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31142-9.
- DABISCH, P.; SCHUIT, M.; HERZOG, A. *et al.* The influence of temperature, humidity, and simulated sunlight on the infectivity of SARS-CoV-2 in aerosols. **Aerosol Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 142-153, 2020. DOI: 10.1080/02786826.2020.1829536.
- DEINHARDT-EMMER, S.; WITTSCHIEBER, D.; SANFT, J. *et al.* Early postmortem mapping of SARS-CoV-2 RNA in patients with COVID-19 and the correlation with tissue damage. **Elife**, v. 10, n. 60361, 2021. DOI: 10.7554/eLife.60361.
- DE OLIVEIRA, P. M.; MESQUITA, L. C. C.; GKANTONAS, S. *et al.* Evolution of spray and aerosol from respiratory releases: theoretical estimates for insight on viral transmission. **Proceedings of the Royal Society A**, v. 477: 20200584, 2021. DOI: 10.1098/rspa.2020.0584.
- DHAND, R.; LI, J. Coughs, and sneezes: their role in transmission of respiratory viral infections, including SARS-CoV-2. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 202, n. 5, p. 651-659, 2020. DOI: 10.1164/rccm.202004-1263PP.
- DERRAIK, J. G. B.; ANDERSON, W. A.; CONNELLY, E. A. *et al.* Rapid evidence summary on SARS-CoV-2 survivorship and disinfection, and a reusable PPE protocol using a double-hit process. **MedRxiv**, 2020. DOI: 10.1101/2020.04.02.20051409.
- DOREMALEN, N.; BUSHMAKER, T.; MORRIS, D. H. *et al.* Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 16, p. 1564-1567, 2020. DOI: 10.1056/NEJMc2004973.
- FEDORENKO, A., GRINBERG, M., OREVI, T. *et al.* Survival of the enveloped bacteriophage Phi6 (a surrogate for SARS-CoV-2) in evaporated saliva microdroplets deposited on glass surfaces. **Scientific Reports**, v. 10, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-79625-z.
- FISCHER, E. P.; FISCHER, M. C.; GRASS, D. *et al.* Low-cost measurement of face mask efficacy for filtering expelled droplets during speech. **Science Advances**, v. 6, n. 36, 2020. DOI: 10.1126/sciadv.abd3083.
- FIRQUET, S.; BEAUJARD, S.; LOBERT, P. E. *et al.* Survival of enveloped and non-enveloped viruses on inanimate surfaces. **Environmental Microbiology**, v. 30, n. 2, p. 140-144, 2015. DOI: 10.1264/jsme2.ME14145.
- GUZMAN, M. I. An overview of the effect of bioaerosol size in coronavirus disease 2019 transmission. **International Journal of Health Planning and Management**, v. 36, p. 257-266, 2021. DOI: 10.1002/hpm.3095.
- HAMNER, L.; DUBBEL, P.; CAPRON, I. *et al.* High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice — Skagit County, Washington, March 2020. **MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 69, p. 606-610, 2020. DOI: 10.15585/mmwr.mm6919e6.
- HINDS, W. C. **Aerosol Technology. Properties, Behavior, and Measurement of airborne particles**. 2. ed. New York: Wiley-Interscience, 2012. 747 p.

- JARVIS, M. C. Aerosol transmission of SARS-CoV-2: Physical principles and implications. **Front Public Health**, v. 8, 2020. DOI: 10.3389/fpubh.2020.590041.
- KUTTER, J. S.; SPRONKEN, M. I.; FRAAIJ, P. L. *et al.* Transmission routes of respiratory viruses among humans. **Current Opinion in Virology**, v. 28, p. 142-151, 2018.
- LEDNICKY, J. A.; LAUZARDO, M.; ALAM, M. M. *et al.* Isolation of SARS-CoV-2 from the air in a car driven by a COVID patient with mild illness. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 21, 2021. DOI: 10.1016/j.ijid.2021.04.063.
- LEUNG, N. H. L.; CHU, D. K. W.; SHIU, E. Y. C. *et al.* Cowling, Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. **Nature Medicine**, v. 26, p. 676-680, 2020.
- MADAS, B. G.; FÜRI, P.; FARKAS, Á. *et al.* Deposition distribution of the new coronavirus (SARS-CoV-2) in the human airways upon exposure to cough-generated droplets and aerosol particles. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-79985-6.
- MORAWSKA, L.; JOHNSON, G. R.; RISTOVSKI, Z. D. *et al.* Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. **Journal of Aerosol Science**, v. 40, n. 3, p. 256-269, 2009. DOI: 10.1016/j.jaerosci.2008.11.002.
- MIGUEL, A. F. Penetration of inhaled aerosols in the bronchial tree. **Medical Engineering & Physics**, v. 44, p. 25-31, 2017. DOI: 10.1016/j.medengphy.2017.03.004.
- NHK World Japan. **Microdroplets pose coronavirus risk**. Publicado em março de 2020. Disponível em: <https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/en/news/ataglance/844/>. Acesso em: jun. 2021.
- OBERDÖRSTER, G., OBERDÖRSTER, E., OBERDÖRSTER, J. Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 7, p. 823-839, 2005. DOI: 10.1289/ehp.7339.
- PAN, Y.; ZHANG, D.; YANG, P. *et al.* Viral load of SARS-CoV-2 in clinical samples. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 20, n. 4, p. 411-413, 2020. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30113-4.
- QIAOSU, Z. Experts say that the pathogenic identification of the novel coronavirus of unknown cause in Wuhan has made preliminary progress (tradução Google Translate da língua chinesa simplificada). Disponível em: [http://www.xinhuanet.com/2020-01/09/c\\_1125438971.htm](http://www.xinhuanet.com/2020-01/09/c_1125438971.htm). Acesso em: jun. 2021.
- SEYER, A.; SANLIDAG, T. Solar ultraviolet radiation sensitivity of SARS-CoV-2. **Lancet Microbe**, v. 1, n. 1, 2020. DOI:10.1016/S2666-5247(20)30013-6.
- SETTI, L.; PASSARINI, F.; DE GENNARO, G. *et al.* Airborne transmission route of COVID-19: why 2 meters/6 feet of inter-personal distance could not be enough. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, e. 2932, 2020a. DOI: 10.3390/ijerph17082932.
- SETTI, L.; PASSARINI, F.; DE GENNARO, G. *et al.* SARS-CoV-2 RNA found on particulate matter of Bergamo in Northern Italy: First evidence. **Environmental Research**, v. 188, 2020b. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109754.
- SHAO, S.; ZHOU, D.; HE, R. *et al.* Risk assessment of airborne transmission of COVID-19 by asymptomatic individuals under different practical settings. **Journal of Aerosol Science**, v. 151, 2021. DOI: 10.1016/j.jaerosci.2020.105661.
- SHEN, Y.; LI, C.; DONG, H.; *et al.* Community outbreak investigation of SARS-CoV-2 transmission among bus riders in Eastern China. **JAMA**, v. 180, n. 12, p. 1665-1671, 2020. DOI:10.1001/jamaintern-med.2020.5225.

- SMITHER, S. J.; EASTAUGH, L. S.; FINDLAY, J. S. *et al.* Experimental aerosol survival of SARS-CoV-2 in artificial saliva and tissue culture media at medium and high humidity. **Emerging Microbes & Infections**, v. 9, n. 1, p. 1415-1417, 2020. DOI: 10.1080/22221751.2020.1777906.
- STADNYTSKYI, V.; BAX, C. E.; BAX, A. *et al.* The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 Transmission. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 22, 2020. DOI: 10.1073/pnas.2006874117.
- TANG, J. W.; BAHNFLETH, W. P.; BLUYSSSEN, P. M. *et al.* Dismantling myths on the airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2). **Journal of Hospital Infection**, v. 10, p. 89-90, 2021. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.12.022.
- TANG, J. W.; LI, Y.; EAMES I. *et al.* Factors involved in the aerosol transmission of infection and control of ventilation in healthcare premises. **Journal of Hospital Infection**, v. 64, n. 2, p. 100-114, 2006. DOI: 10.1016/j.jhin.2006.05.022.
- TANG, S.; MAO, Y.; JONES, R. M. *et al.* Aerosol transmission of SARS-CoV-2? Evidence, prevention, and control. **Environment International**, v. 144, 2020. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106039.
- TEIXEIRA, F. M. E. **O uso prolongado de máscara causa hipóxia?** COVID Verificado. 2020. Disponível em: <https://www.COVIDverificado.com.br/post/mascara-e-hipoxia>. Acesso em: jun. 2021.
- VERMA, S.; DHANAK, M.; FRANKENFIELD, J. Visualizing the effectiveness of face masks in obstructing respiratory jets. **Physics of Fluids**, v. 32, 2020. DOI: doi.org/10.1063/5.0016018.
- WANG, C.; HORBY, P. W.; HAYDEN, F. G.; GAO, G. F. A novel coronavirus outbreak of global health concern. **Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 470-473, 2020. DOI: 10.1016/S0140.
- WELLS, W. F. **Airborne contagion and air hygiene**. Cambridge: Harvard Univ Press; 1955. 423 p.
- WHO – World Health Organization. **Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?** Disponível em: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-COVID-19-how-is-it-transmitted>. Acesso em: mai. 2021.
- WÖLFEL, R.; CORMAN, V. M.; GUGGEMOS, W. *et al.* Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. **Nature**, v. 581, p. 465-469, 2020. DOI: 10.1038/s41586-020-2196-x.
- XIE, X.; LI, Y.; CHWANG, A. T. Y. *et al.* How far droplets can move in indoor environments--revisiting the wells evaporation-falling curve. **Indoor Air**, v. 17, n. 3, p. 211-225, 2007. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2007.00469.x.
- ZANIN, M.; BAVISKAR, P.; WEBSTER, R. *et al.* The interaction between respiratory pathogens and mucus. **Cell Host & Microbe**, v. 19, n. 2, p. 159-168, 2016. DOI: 10.1016/j.chom.2016.01.001.
- ZHU, N.; ZHANG, D.; WANG, W. *et al.* China novel coronavirus investigating and research team. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 8, p. 727-733, 2020. DOI: 10.1056/NEJMoa2001017.

## **CAPÍTULO 05**

### **NOVO CORONAVÍRUS: ASPECTOS CONCEITUAIS E HISTÓRICOS DO SANEAMENTO AMBIENTAL E BÁSICO**

Me. Virgínia Silva Neves

# NOVO CORONAVÍRUS: ASPECTOS CONCEITUAIS E HISTÓRICOS DO SANEAMENTO AMBIENTAL E BÁSICO

Virgínia Silva Neves<sup>7</sup>

## RESUMO

A apresentação dos conceitos básicos relativos à área do saneamento permite uma maior compreensão do contexto atual na área, assim como sinalizam a relevância destas informações para a consolidação da importância ao atendimento dos princípios expressos na Lei nº 14.026/2020, como a universalização de acesso e a integralidade na prestação dos serviços de saneamento. Dada a condição especial neste momento de pandemia da COVID-19, em que condições mínimas de saneamento básico são imprescindíveis para o controle da doença, confirma-se a inconsistência na efetivação de ações preventivas, mitigadoras e eficientes que garantam a salubridade do planeta. Percebe-se a relação muito próxima entre ações em saneamento básico e ambiental e a qualidade de vida nos diversos territórios, no campo e na cidade e, em especial, em Salvador. Os conceitos de saneamento, salubridade e saúde pública, em função do contexto histórico social, sofrem alterações, ou seja, foram se adaptando às mudanças da sociedade e à percepção de mundo ao longo do tempo. O recorte histórico apresentado aqui, do descobrimento aos dias atuais, expõe como esta variação conceitual ocorreu e expõe a atuação do ente público na tomada de decisões na área do saneamento – gestão e execução das medidas de saneamento e suas finalidades - e sinaliza para uma análise do contexto atual, remetendo às práticas adotadas a partir do descobrimento até os dias atuais. Relevante destacar os componentes do saneamento ambiental e básico, com as definições e componentes expressos na legislação vigente. Algumas relações representativas foram feitas com enfoque específico em Salvador, relacionando saneamento a rendimento médio, grupos étnicos e distribuição espacial da população. Os dados oficiais confirmam que há uma desigualdade social – considerando os indicadores apresentados – no atendimento e cobertura em saneamento básico local.

**Palavras-chave:** Salubridade, Salvador, Saneamento, Saúde Pública.

---

<sup>7</sup> Mestre em Engenharia Ambiental e Urbana pela Escola Politécnica da UFBA e graduada em Educação Artística (UCSAL), Engenharia Sanitária e Ambiental (UFBA) e Matemática (UNIFACS). Docente no curso de Saneamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Salvador, onde integra os grupos de pesquisa “Ecologia, Saúde e Meio Ambiente” e “Gcis gestão na construção com inovação e sustentabilidade”. E-mail: virgneves@hotmail.com.

## Introdução

Os conceitos de saneamento, salubridade e saúde pública sofreram variações em função do contexto histórico social existente no país, ou seja, foram se adaptando às mudanças da sociedade e à percepção de mundo ao longo do tempo. Os conceitos aqui abordados tiveram como base referencial o trabalho de Borja e Moraes (2006), bem como os seguintes marcos legais: a Constituição Federal (1988), a Lei Orgânica da Saúde (1990), o Marco do Saneamento Básico (2020), o Manual do Saneamento da Fundação Nacional de Saúde - Funasa (2015), além de dados oficiais disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

## Saúde e Saúde Pública

O termo “saúde” possui origem etimológica diversa, entretanto, destaca-se aqui o levantamento feito pela Fundação Nacional de Saúde - Funasa (BRASIL, 2015), no qual constam algumas origens etimológicas: (1) Saúde, do português, e *salud*, do espanhol, derivam da raiz latina *salus*, que significa inteiro, intacto, íntegro; (2) Em francês *santé*, oriundo do verbete castelhano *sanidad*, deriva do latim *sanus*, que significa puro, imaculado, correto e verdadeiro; (3) O inglês *health* tem origem no termo *höl*, do idioma germânico antigo, que também dá origem à palavra inglesa *holy*, sagrado, que deriva do grego *holos*, que por sua vez remete ao sentido de totalidade.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 1946, um pouco antes de sua criação oficial, definiu que o termo “saúde” consiste no estado de completo bem-estar físico, mental, social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade, como preconizado anteriormente (OMS, 1948). No Brasil, a Lei Orgânica da Saúde (BRASIL, 1990) afirma em seu artigo 2º que “*A saúde é um direito fundamental do ser humano, devendo o Estado prover as condições indispensáveis ao seu pleno exercício*”. Desta forma, o conceito de saúde na atualidade extrapola ações curativas e preventivas sobre doenças e avança para uma percepção mais ampla, envolvendo o ambiente em que estamos inseridos, considerando as dimensões sociais, ambientais, econômicas e de planejamento para assegurar o direito, o acesso e a efetividade de saúde.

Com relação à Saúde Pública, de acordo com a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), esta pode ser definida como as “*práticas e conhecimentos amplos, organizados institucionalmente, dirigidos a um ideal de bem-estar das populações, em termos de ações e medidas que evitem, reduzam, minimizem agravos à saúde, assegurando condições para a manutenção e a sustentação da vida humana*” (BRASIL, 2015). Nesse contexto, as percepções sobre a saúde pública e o saneamento no país devem ser refletidas com base em momentos históricos para melhor compreensão das suas abordagens e definições.

## Salubridade Ambiental e Saneamento Ambiental e Básico

Ribeiro (2004) cita a OMS (1993) quanto ao entendimento de salubridade ambiental como “*todos os aspectos da saúde humana, incluindo a qualidade de vida, que estão determinados por fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos no meio ambiente*” (RIBEIRO, 1972). As intensas pressões progressivas e deletérias decorrentes dos impactos ambientais negativos sobre o ambiente, ao longo do tempo, vêm continuamente fragilizando a salubridade ambiental.

O Saneamento Ambiental, por sua vez, se constitui em uma estratégia para o alcance da salubridade ambiental. A OMS define saneamento como o “*controle de todos os fatores do meio físico do ser homem, que*

*exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social*". Para a Funasa, a partir de 1999, o saneamento "*caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar a Salubridade Ambiental*", sendo então considerado "*Instrumento de promoção da saúde, proporciona redução do sofrimento humano e perdas de vidas por doenças que podem ser evitadas, especialmente na população infantil*" (BRASIL, 2015).

O saneamento ambiental, também de acordo com a Funasa (BRASIL, 2015), configura-se enquanto uma ação de planejamento mais extenso, que compreende medidas que envolvem diversos aspectos ambientais e de saúde pública das sociedades. Logo, representa medidas importantes para garantir que a população tenha a maior qualidade de vida. Desta forma, consistem em políticas e medidas amplas e elementares de saúde, em especial em países cujas condições de saneamento são precárias e cujos benefícios visam diminuir a propagação de doenças, especialmente as contagiosas.

O uso de tecnologias diferenciadas para a gestão de resíduos, a diminuição da poluição, qualidade da água distribuída, do solo e do ar, a preservação do meio ambiente e dos ecossistemas, a prevenção de catástrofes ambientais como as enchentes, queimadas e a adoção de medidas mais sustentáveis são elementos essenciais para a efetivação do saneamento ambiental (BRASIL, 2015). Pode-se considerar dez componentes do saneamento ambiental, explicitados a seguir:

- 1) Abastecimento de água;
- 2) Esgotamento sanitário;
- 3) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
- 4) Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas;
- 5) Controle de vetores roedores e focos de doenças transmissíveis;
- 6) Saneamento dos alimentos;
- 7) Controle da poluição;
- 8) Saneamento dos meios de transportes;
- 9) Saneamento e planejamento territorial;
- 10) Saneamento das habitações<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Melhorias sanitárias domiciliares (MSD), dos Locais de Trabalho, de Educação e de Recreação e das Unidades de Serviços de Saúde (Hospitais, Postos Médicos, Clínicas, Centro de Saúde) e Educação Sanitária e Ambiental.

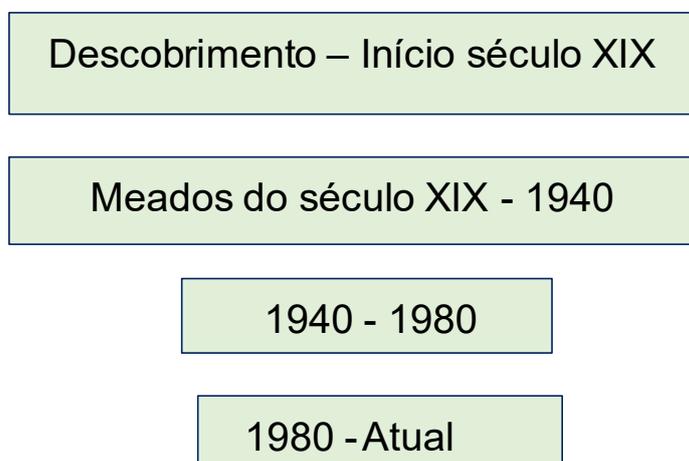
O novo marco legal do saneamento básico, a Lei nº 14.026/2020, em seu artigo 7º define saneamento básico como sendo um "*conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas*" (BRASIL, 2020). A consolidação dos princípios constantes nesta lei, como a universalização de acesso e a integralidade na prestação dos serviços de saneamento, são de extrema relevância diante da condição especial que vivenciamos neste momento, a pandemia da COVID-19, desencadeada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2. Neste contexto pandêmico, em que condições mínimas de saneamento básico são imprescindíveis para o controle da doença, confirma-se a inconsistência na efetivação de ações preventivas, mitigadoras e eficientes que garantam a salubridade do planeta. O Quadro 1 abaixo apresenta e descreve os quatro componentes do saneamento básico segundo este novo marco do saneamento básico.

**Quadro 1.** Componentes do Saneamento Básico de acordo com o novo marco legal constante na Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020).

<b>COMPONENTES</b>	<b>DESCRIÇÕES</b>
Abastecimento de água potável	Atividades e disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição.
Esgotamento sanitário	Atividades e disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, transporte, tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, das ligações prediais até a destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente.
Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	Atividades e disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e de limpeza urbana.
Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas	Atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

### Histórico de saneamento no Brasil

Esta seção delimita o contexto histórico do saneamento, da saúde pública, da salubridade e das práticas em gestão e políticas públicas para a área do saneamento, considerando desde o Brasil Colônia aos dias atuais, contribuindo para a compreensão e avaliação da área do saneamento no país atualmente. Este histórico encontra-se dividido em 4 fases, tomando-se como referência o Manual do Saneamento da Funasa (2015), com registro dos fatos mais relevantes em cada um destes períodos, como pode ser observado na figura 1.



**Figura 1.** Períodos históricos do saneamento no Brasil. Fonte: Autoria própria.

Os fatores mais relevantes relacionados a cada um dos períodos apresentados na figura 1 estão elencados abaixo. No primeiro período, que vai do descobrimento ao início século XIX, os principais fatores vinculados ao saneamento eram:

- a) A base econômica considera a exploração dos recursos naturais e humanos;
- b) Havia aglomerados rurais sem nenhuma preocupação com saneamento;
- c) Os primeiros aquedutos e canalizações implementados na área rural e estavam voltados para produção de cana de açúcar e café;
- d) O saneamento não é prioridade do governo;
- e) As ações eram empreendidas pelos homens escravizados;
- f) Os serviços de infraestrutura, abastecimento de água e esgotamento sanitário não têm modelo organizado de prestação de serviços;
- g) Intervenções sanitárias restritas a áreas isoladas;
- h) Não eram políticas públicas ou ações duradouras;
- i) Surgem vilas próximas a bens hídricos;
- j) Implanta-se o 1º aqueduto na cidade do Rio de Janeiro em 1723;
- k) Ação replicada para outras cidades;
- l) Chegada da família real ao Rio de Janeiro em 1808;
- m) Primeiras ações urbanísticas são implementadas;
- n) Saneamento sem caráter sanitário, com viés paisagístico conduzido pelo engenheiro André Rebouças.

Entre meados do século XIX até os anos 1940, os fatores considerados relevantes no âmbito do saneamento básico foram:

- a) Condições propícias às doenças epidêmicas com deslocamento de populações das pequenas comunidades rurais para os centros urbanos;
- b) Surgem primeiros serviços de saneamento no Brasil;
- c) Modelo com participação do setor público e das empresas privadas;
- d) Nos centros urbanos os serviços eram prestados em forma de concessão (ingleses);
- e) Entrada de tecnologia e insumos estrangeiros;
- f) Estado tem um papel mais centralizador (1910);
- g) Surgem políticas sociais de âmbito nacional (pressões populares);
- h) Meados do século XX houve o cancelamento das concessões;
- i) Setor da saúde incluído na política de saneamento.

Entre as décadas de 1940 e 1980, os principais aspectos relevantes na área do saneamento básico no Brasil estão elencados abaixo:

- a) Criação do Serviço Especial de Saúde Pública (SESP);
- b) Convênios SESP e municípios para construção, financiamento e operação de sistemas de água e esgotos;
- c) Origem dos serviços autárquicos no país (1950);
- d) Governo Federal reorganiza o setor de saneamento e a implementação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Planasa) em 1970;
- e) Criação do Banco Nacional da Habitação (BNH) para financiamento;
- f) Criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB) (26 companhias regionais);
- g) Centralização da política com liberação dos recursos e financiamentos condicionada à contratação, pelo município, das companhias estaduais;
- h) Indução da maioria dos municípios brasileiros a se desligarem da gestão dos serviços em questão;
- i) Critério do investimento de retorno financeiro pela prestação do serviço e não aumento da qualidade da saúde da população.

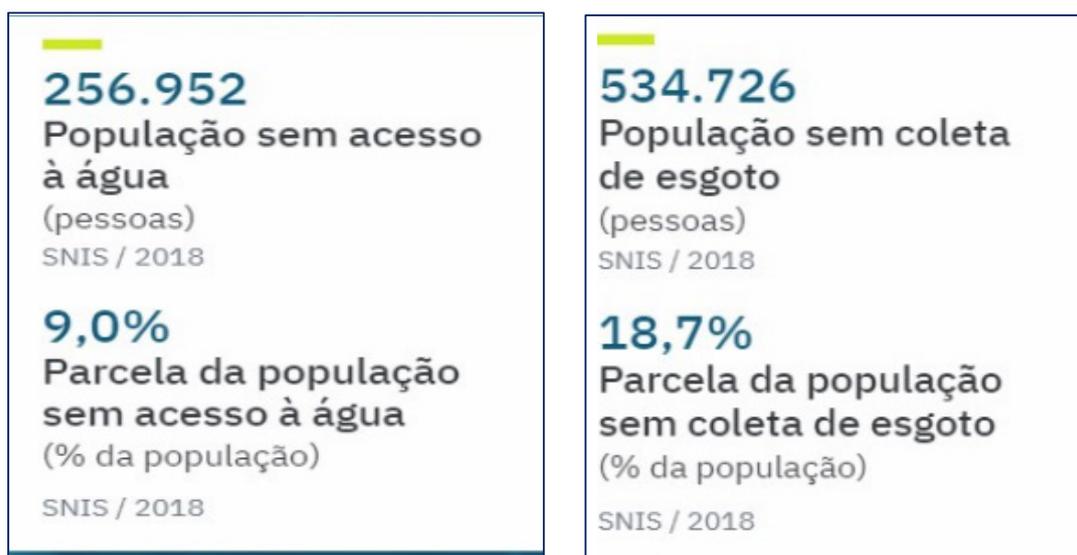
Por fim, os principais eventos que impactaram na área de saneamento entre 1980 e os dias, foram:

- a) Declínio do Planasa (1980);
- b) Extinção BNH (1986);
- c) Constituição Federal (1988), instituindo o Estado democrático de direito;
- d) Saúde como direito de todos e dever do Estado;
- e) Controle e participação social como garantia do direito individual e social;
- f) Indefinição da política de saneamento (século XXI);
- g) Promulgação da lei federal de saneamento básico nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes para o saneamento e política federal de saneamento básico no país;
- h) Crise econômica das décadas de 80 e 90;
- i) Atuação seletiva do Estado brasileiro;
- j) Demanda dos serviços crescentes, com deslocamento de pessoas do campo para a cidade;
- k) Metas do Planasa não foram atendidas: 90% em abastecimento de água e 60% em esgotamento sanitário;
- l) Políticas e legislação na área em todos os níveis de poder;
- m) Obrigatoriedade de Planos de Saneamento Básico;
- n) Obrigatoriedade de Planos Resíduos Sólidos;
- o) Lei nº 14.026/2020 - Novo marco legal.

## Contexto do saneamento em Salvador

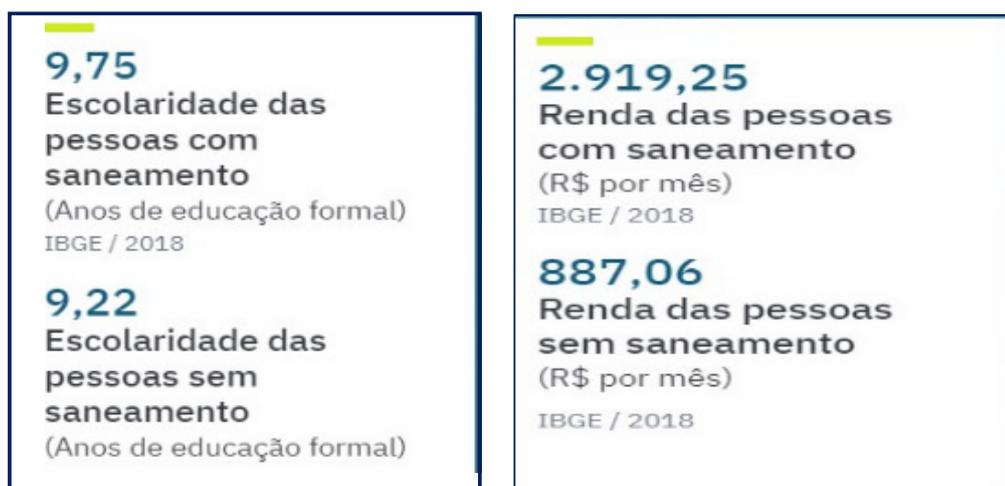
Nesta seção, além de apresentar um cenário resumido do saneamento básico em Salvador, este será relacionado à renda e etnia da sua população, incluindo aspectos sociais, ambientais e econômicos relevantes. Neste contexto, será possível observar a complexa configuração da estrutura de planejamento e gestão deste município. A população de Salvador é de 2.857.329 habitantes, segundo dados do IBGE em 2018. Esta fonte sinaliza que o município possui 35% de domicílios urbanos localizados em vias públicas que contam com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), como mostra a figura 2, apresenta dados sobre a cobertura em saneamento básico (abastecimento de água e esgotamento sanitário) em Salvador (BRASIL, 2018).



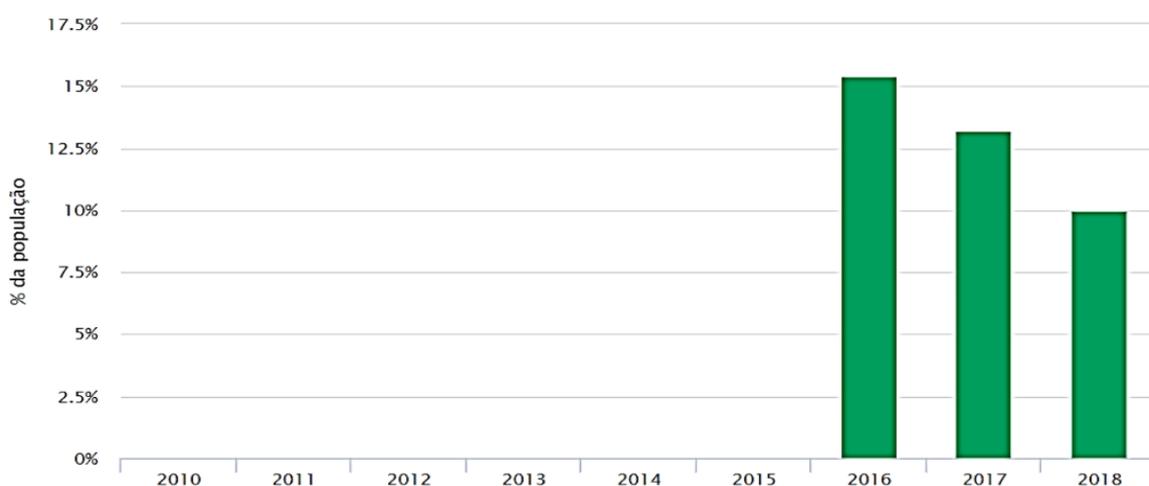
**Figura 2.** Cobertura em abastecimento de água e esgotamento sanitário em Salvador. Fonte: SNIS (2018).

A figura 3 indica que há uma relação inversa entre as variáveis renda e escolaridade – uma conformação social e econômica da população local – e a cobertura adequada em saneamento básico no município (IBGE, 2018).

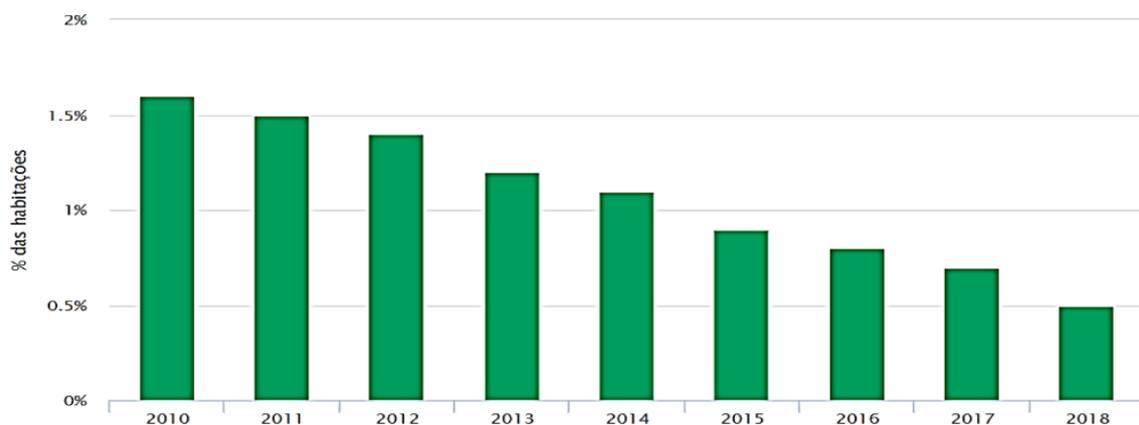


**Figura 3.** Relação entre escolaridade, renda e saneamento básico em Salvador. Fonte: SNIS (2018). Informações relacionadas ao atendimento em abastecimento de água e saneamento das habitações - instalações sanitárias adequadas -, ao longo de uma série histórica de 2010 a 2018, foram apresentadas no site TRATABRASIL (2018). Obstante haver uma redução nas condições de recebimento irregular de água e moradias sem banheiros, os números ainda são preocupantes, como observado na figura 4.

#### Parcela com recebimento irregular de água ?

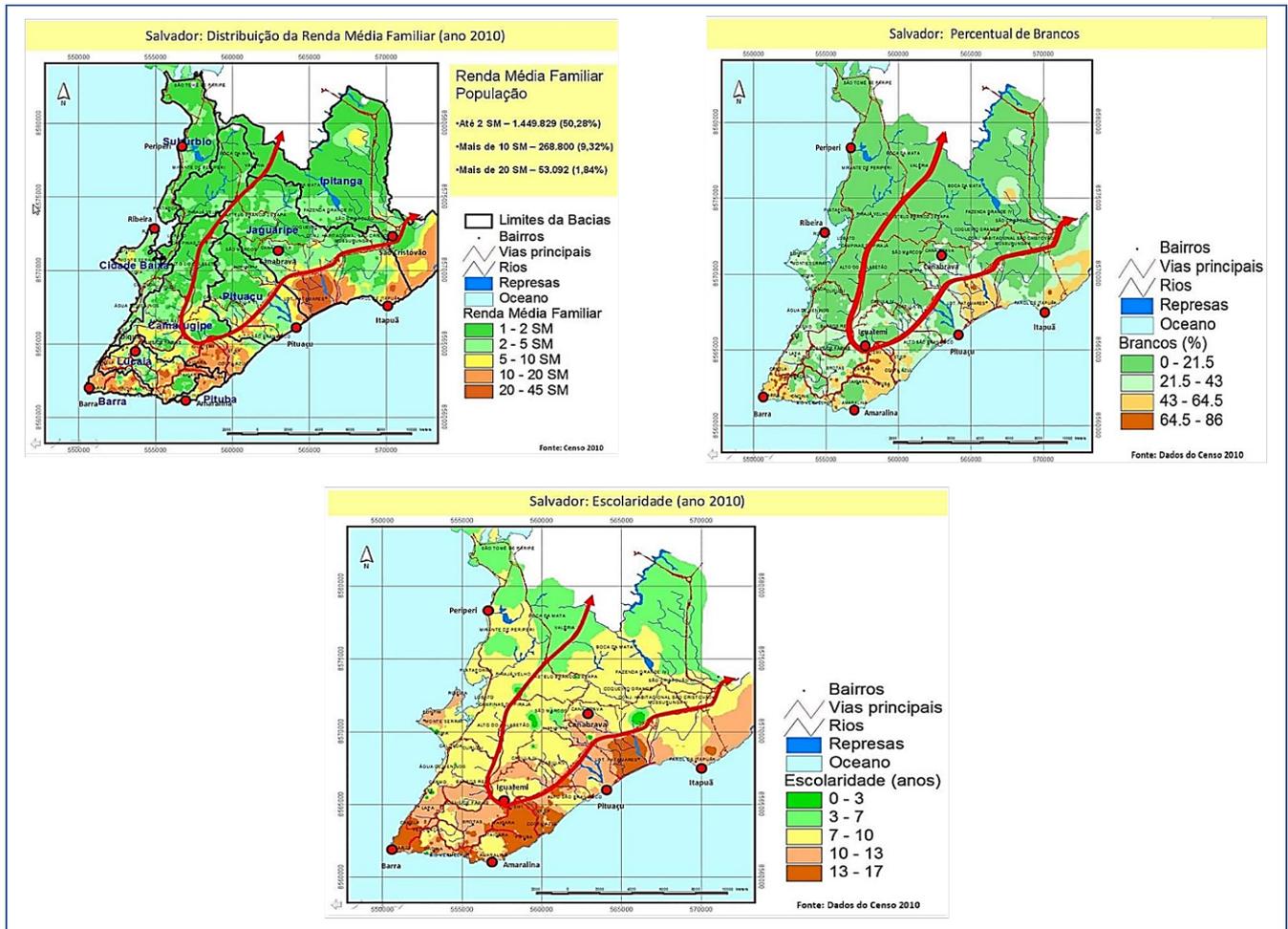


#### Parcela das moradias sem banheiro ?



**Figura 4.** Condições de irregularidade no recebimento de água e moradias sem banheiro. Fonte: TRATABRASIL (2018).

A figura 5, por sua vez, apresenta infográficos que reforçam as informações observadas anteriormente sobre a associação entre renda, escolaridade, condições sociais e saneamento básico na sede de Salvador, sendo complementada com os dados relativos à etnia.



**Figura 5.** Condições de saneamento básico associando renda e etnia. Fonte: Brasil (2010).

Geograficamente, as piores condições na cobertura em saneamento básico estão associadas à renda e à etnia na cidade de Salvador, o que amplifica os efeitos da pandemia da COVID-19 sobre esta população em especial, evidenciando um processo de exclusão histórica ao direito à saúde, à qualidade de vida e à educação. Dessa forma, os aspectos socioeconômicos devem ser levados em consideração para tomada de medidas e políticas públicas de enfrentamento à pandemia da COVID-19, de modo que as ações e estratégias sejam executadas de forma efetiva.

## Referências

- BORJA, P. C; MORAES, L. R. S. O acesso às ações e serviços de saneamento básico como um direito social. XII SILUBESA, 2006. Disponível em: <http://www.stiueg.org.br/>. Acesso em: 05 mai. 2020.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 05 mai. 2020.
- BRASIL. Lei nº 8080, de janeiro de 1990. Institui a Lei Orgânica da Saúde. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 05 mai. 2020.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Institui a Política Nacional do Saneamento Básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 10 mai. 2020.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.
- OMS - Organização Mundial da Saúde 1948. **Summary Report on Proceedings Minutes and Final Acts of the International Health Conference**. Disponível em [Official\\_record2\\_eng.pdf;jsessionid=70D11F-48FE5E5A8888E3FDB8F72426A8 \(who.int\)](https://www.who.int/publications/item/official-record-2-1948). Acesso em: 10 mai. 2020
- RIBEIRO, H. Saúde Pública e meio ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. **Saúde e Sociedade**, v. 13, n. 1, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/yCBJsNdjTRR-B4ZZbbyw5nTy/>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Painel Saneamento Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/index?id=292740>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- TRATABRASIL - INSTITUTO TRATA BRASIL. **Painel de Saneamento Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/explore/ano?SE%5Ba%5D=2019&SE%5Bo%5D=a>. Acesso em 15 mai. 2021.

## **CAPÍTULO 06**

### **NOVO CORONAVÍRUS: HIGIENE E SAÚDE**

Esp. Fabiana Vanni de Brito Carvalho

# NOVO CORONAVÍRUS: HIGIENE E SAÚDE

Fabiana Vanni de Brito Carvalho<sup>8</sup>

## RESUMO

Sabe-se que podemos adquirir doenças através de diferentes micro-organismos, em sua maioria transmitidos através do contato com pessoas, especialmente por meio das mãos. O simples ato de lavar bem as mãos pode reduzir sobremaneira essa forma de contágio. Com o surgimento da pandemia do novo coronavírus, o ato de lavar as mãos ganhou maior importância e recebeu ainda maior atenção, tendo reforçada sua importância para toda a população, bem como para os profissionais de saúde, como uma conduta efetiva na prevenção da COVID-19. Apesar das normas existentes nas instituições de saúde, muitos profissionais não lavam as mãos adequadamente e com a frequência preconizada. A população em geral também não está habituada a higienizar as mãos com tanta frequência e utilizando a técnica correta. No entanto, é fundamental atentar para a higienização apropriada a fim de que o procedimento seja eficiente. O maior erro que a maioria das pessoas e profissionais da saúde comete é a pressa em concluir o ato da lavagem das mãos. A técnica correta de lavagem completa das mãos necessita perdurar-se por 40 a 60 segundos, unida por quantidade de água e sabão o bastante para envolver todas as superfícies das mãos e punhos. É preciso observar igualmente para a existência de adornos (anéis, relógios, pulseiras) que contribuem para a permanência de microrganismos nestas regiões, prejudicando o procedimento de higienização das mãos. Álcool em gel e água e sabão possuem igual efetividade, podendo ser intercalados, no entanto, quando houver sujeira visível nas mãos, se torna preferível a utilização de água e sabão. Já o álcool em gel se faz mais prático e pode ser utilizado quando não houver meios de lavar as mãos com água e sabão ou quando não houver sujeira visível nas mãos.

**Palavras-chave:** Álcool em gel, COVID-19, Lavagem das mãos, Sabão.

---

<sup>8</sup> Graduada em Enfermagem e Obstetrícia pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e especialista em Saúde da Família (UEFS) e Enfermagem Dermatológica (Estácio). Enfermeira na Unidade Saúde da Família Menino Joel (USF Menino Joel) / Secretaria Municipal de Saúde de Salvador – SMS/BA e no Hospital Geral do Estado da Bahia / Secretaria de Saúde da Bahia – SESAB/BA. E-mail: fabiana.vanni@hotmail.com.

## Introdução

Atualmente, com a pandemia do novo coronavírus, o que mais se ouve perguntar é: “Já lavou as mãos?”. Sabe-se que a lavagem das mãos é a forma mais eficaz de prevenir a transmissão de microrganismos capazes de transmitir não só a COVID-19, mas também diferentes doenças virais (gripe, hepatite A, rotavírus, herpes) ou bacterianas (diarreia, conjuntivites, meningites).

A prática de lavagem das mãos transformou-se em parte do cotidiano da população mundial em consequência das campanhas de prevenção ao coronavírus. A devida higienização das mãos é largamente declarada como um dos principais métodos para prevenir agravos relativos à saúde (BOLICK *et al.*, 2000). É possível dizer que higiene é saúde e que saúde é, também, estar limpo e asseado (FIGUEIREDO, 2010). Existem vírus com capacidade de permanecer longos períodos de tempo (horas ou até dias) longe do hospedeiro humano. Portanto, um passo fundamental para a prevenção das doenças é a correta higienização das mãos com água e sabão, álcool em gel ou desinfetantes, além da adoção de outras práticas.

## Higiene das mãos

A Organização Mundial de Saúde (OMS) instituiu o dia 5 de maio como Dia Mundial de Higienização das Mãos. Apesar das normas existentes nas instituições de saúde, muitos profissionais não lavam as mãos adequadamente e com a frequência preconizada (BOLICK *et al.*, 2000). Não se deve negligenciar tal procedimento, pois ele é fundamental para a prevenção de agravos transmissíveis pelo contato direto das mãos. A população em geral também não está habituada a higienizar as mãos com tanta frequência e utilizando a técnica correta. No entanto, é fundamental atentar para a higienização apropriada a fim de que o procedimento seja eficiente (FIGUEIREDO, 2010).

Como consequência da pandemia do novo coronavírus, o ato de lavar as mãos se tornou mais evidente e ganhou maior importância como meio fundamental de prevenção do agravo, sendo amplamente disseminado para a população. Porém, se faz necessário difundir não só entre a população em geral, mas sobretudo reforçar, principalmente entre os profissionais da saúde, a técnica correta do procedimento, para que seja eficaz na prevenção da COVID-19.

É necessária a adoção de uma rotina de higienização das mãos ao chegar em casa, vindo da rua, após manipular dinheiro, antes de preparar alimentos, antes e após utilizar sanitários, *etc.* A presença de adornos, tais como anéis, alianças, pulseiras, relógios, *etc.*, dificulta a correta higienização das mãos, já que esses objetos favorecem a fixação de microrganismos em suas superfícies. Para evitar, então, a transmissão desses microrganismos por meio das mãos, três componentes são fundamentais para o procedimento: agente tópico com eficácia antimicrobiana; técnica adequada ao utilizá-lo e no tempo preconizado; e adesão regular ao seu uso, nos momentos indicados (ROTTER, 1996).

Conforme Larson (1988), um elementar déficit na higienização das mãos não é a ausência de produtos de qualidade e sim a omissão dessa prática. A higienização completa das mãos necessita durar entre 40-60 segundos, acompanhada de uma quantidade suficiente de água e sabão para cobrir todas as áreas das mãos e punhos. Não devem ser aplicados nas mãos sabões e detergentes registrados na ANVISA como saneantes, de acordo com a Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976 (BRASIL, 1976) e a RDC nº 13 da ANVISA, de 28 de fevereiro de 2007 (BRASIL, 2007), uma vez que seu uso é destinado a objetos e superfícies inanimadas.

Por outro lado, podemos utilizar tanto a água e o sabão quanto o álcool em gel, já que ambos possuem a mesma eficiência e podem ser intercambiáveis. Quando houver sujeira visível nas mãos, deve-se dar preferência

ao uso da água e sabão. O álcool em gel, por ser mais prático, pode ser aplicado quando não houver sujeira visível nas mãos ou quando o acesso à água e sabão não for possível. Deve-se levar em consideração o tempo necessário para completar toda a técnica (média de 40-60 segundos), tanto para o uso da água e sabão quanto para o uso do álcool em gel (BRASIL, 2009).

Segundo Freitas (2021), os vírus têm formas de nanopartículas automontadas compostas por vários elos. Entre eles, o elo considerado mais fraco é a chamada bicamada lipídica ou gordurosa (lipídios), entre os outros elos estão distribuídos proteínas e ácido ribonucleico (RNA). A maioria dos sabões e sabonetes existentes no mercado é feito por meio de moléculas na forma de pinos, cujas extremidades hidrofílicas se juntam à água enquanto as extremidades hidrofóbicas se unem à gordura e aos óleos, repelindo a água. À medida que se realiza a higienização das mãos com água e sabão, os microrganismos ali presentes são circundados pelas moléculas do sabão que terminam destruindo os elos de gordura que os protegem (FREITAS, 2021). Dessa forma, os vírus encapsulados por essa camada gordurosa se desintegram, tornam-se inativos e são eliminados da pele. Para que o álcool em gel também seja eficaz na ruptura da camada lipídica e eliminação do vírus, ele precisa se encontrar na concentração de 70%.

### **Outras práticas de higiene**

Como já mencionado, em se tratando do novo coronavírus (SARS-CoV-2), outras práticas também são necessárias para a prevenção da doença, além da higienização das mãos. O Governo Federal brasileiro, por meio do Ministério da Saúde (MS) orienta a população com medidas gerais que devem ser seguidas com a finalidade de evitar e controlar a transmissão da COVID-19 (BRASIL, 2020), deixando as pessoas menos vulneráveis a contaminações (FIESP *et al.*, 2020).

Dentre as recomendações do Ministério da Saúde, estão as seguintes orientações:

- 1) Lavar frequentemente as mãos com água e sabão ou, alternativamente, higienizar as mãos com álcool em gel 70% ou outro produto, devidamente aprovado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA);
- 2) Usar máscaras em todos os ambientes, incluindo lugares públicos e de convívio social;
- 3) Evitar tocar na máscara, nos olhos, no nariz e na boca;
- 4) Ao tossir ou espirrar, cobrir o nariz e boca com lenço de papel e descartá-los adequadamente. Na indisponibilidade dos lenços, cobrir com a parte interna do cotovelo, nunca com as mãos;
- 5) Não compartilhar objetos de uso pessoal, como telefones celulares, máscaras, copos e talheres, entre outros;
- 6) Evitar situações de aglomeração;
- 7) Manter distância mínima de 1 (um) metro entre pessoas em lugares públicos e de convívio social;
- 8) Manter os ambientes limpos e ventilados;
- 9) Se estiver doente, com sintomas compatíveis aos da COVID-19, tais como febre, tosse, dor de garganta e/ou coriza, com ou sem falta de ar, evitar contato físico com outras pessoas, incluindo os familiares, principalmente idosos e doentes crônicos, buscar orientações de saúde e permanecer em isolamento domiciliar por 14 dias.

Mais especificamente, devemos adotar uma **rotina de medidas** para prevenir o novo coronavírus, tanto ao sair ou retornar de casa e utilizar espaços públicos quanto ao comprar objetos e/ou alimentos. São estas:

- Ao chegar em casa, limpar a maçaneta, chaves, puxador da porta do elevador, corrimão das escadas, etc., utilizar um lenço descartável borrifado com água e gotas de detergente;
- Entrar em casa sem os sapatos;
- Separar um par de calçados para sair de casa e mantê-lo próximo à porta;
- Carregá-los nas mãos até a lavanderia ou cômodo equivalente e limpá-los bem com água e gotas de xampu ou detergente, para só depois guardá-lo;
- Limpar bolsas e acessórios com um pano embebido em álcool 70% ou umedecido com água e gotas de detergente ou xampu;
- Pendurar bolsas em um local adequado para não contaminar sofás, mesas e cadeiras;
- Colocar as roupas usadas fora de casa em um cesto separado para peças sujas ou colocá-las na máquina de lavar até acumular uma quantidade suficiente para lavar todas as peças de uma só vez;
- Antes do banho, evitar colocar as mãos no rosto, paredes ou móveis da casa;
- Ao chegar da rua, evitar relacionar-se com as outras pessoas da residência antes de tomar banho;
- Ao lavar os cabelos, não abrir os olhos enquanto escorre a primeira água, com ou sem xampu, e não esquecer de manter a boca fechada.

Com relação a higienização dos **alimentos**, deve-se seguir as seguintes recomendações:

- As embalagens dos alimentos comprados devem ser limpas antes de guardadas;
- Caixas de leite, latas de conservas, potes plásticos, vidros, garrafas, sacos de alimentos perecíveis ou não, devem ter suas superfícies limpas com pano úmido de água com gotas de detergente;
- Após lavagem, secar com um pano seco e limpo e guardá-los normalmente;
- Para lavar as verduras e frutas utilizar água corrente e depois colocá-las em solução de hipoclorito de sódio, conforme instruções da embalagem, ou mesmo em solução de 1 colher de água sanitária, própria para desinfetar alimentos, em 1 litro de água. Em seguida, enxaguar novamente para tirar o excesso do produto.

Para limpeza e desinfecção dos **aparelhos eletrônicos**, as medidas recomendadas são:

- Celulares, controle remoto, notebooks, teclados de computador e qualquer outro aparelho eletrônico: borrifar álcool isopropílico em um lenço de papel e só depois passar no aparelho. O álcool isopropílico pode ser encontrado em lojas de aparelhos eletrônicos. Outros tipos de álcool contêm água que prejudica esses aparelhos. Um substituto do álcool isopropílico é o álcool absoluto.

Um fator importante que deve ser considerado é a **saúde do ambiente**. Fatores ambientais podem causar infecções no ser humano (FIGUEIREDO, 2010), se não forem adotadas medidas de higienização adequadas, tais como:

- Diariamente, ou o máximo de vezes que for possível, tirar o pó dos móveis, varrer o chão e utilizar um pano úmido com um desinfetante comum ou água sanitária, respeitando as instruções de diluição presentes na embalagem.

Outra medida importante para a saúde do ambiente é manter as janelas abertas, favorecendo, assim, a circulação e renovação do ar. Permitir que a luz do sol entre nos ambientes da casa resulta em um local mais claro e arejado (FIESP *et al.*, 2020).

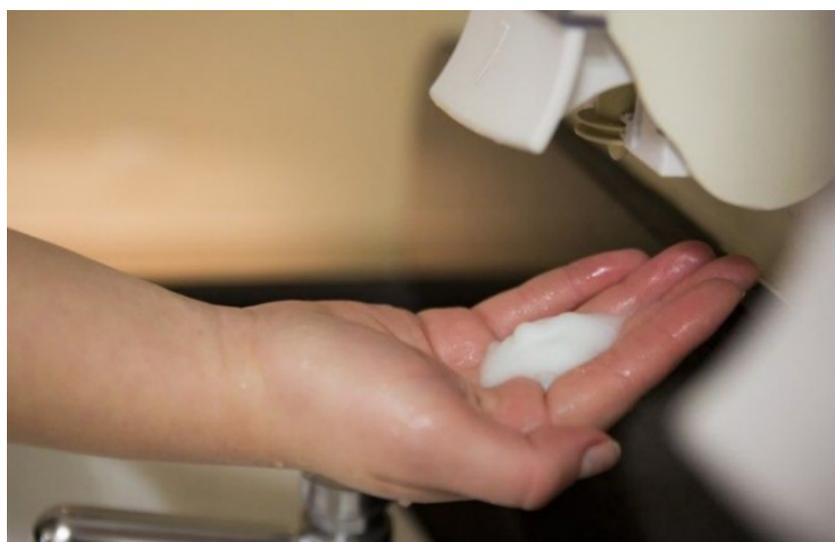
### Lavagem das mãos em 12 passos

O procedimento de higienização das mãos tem como objetivo: eliminar sujidades, sudorese, oleosidade, células degeneradas e microbiota patogênica na pele, a fim de impedir veiculação de agravos infecciosos transmissíveis por contato; prevenir e reduzir agravos ocasionados por infecções cruzadas (BOYCE *et al.*, 2002; BRASIL, 2007).

Os erros mais comumente encontrados na aplicação da técnica acontecem, principalmente, pela não utilização do sabão/sabonete ou pela ausência da observância em cobrir todas as superfícies das mãos e punhos que necessitam ser friccionadas. A seguir uma sequência de fotos evidencia, com detalhes, os 12 passos para a lavagem correta das mãos e punhos (GAZETA DO POVO, 2016):



**Figura 1.** Abra a torneira e molhe as mãos, evitando encostar na pia.



**Figura 2.** Aplique na palma da mão quantidade suficiente de sabão/sabonete líquido para cobrir toda a superfície das mãos.



**Figura 3.** Ensaboe as palmas das mãos, friccionando-as entre si.



**Figura 4.** Esfregue a palma de uma mão contra o dorso da outra, entrelaçando os dedos.



**Figura 5.** Esfregue o dorso dos dedos de uma mão com a palma da mão oposta, deslizando os dedos, com movimento de vai-e-vem.



**Figura 6.** Esfregue o polegar de uma mão com auxílio da outra, utilizando movimentos circulares.



**Figura 7.** Friccione as pontas dos dedos e unhas de uma mão esquerda contra a palma da outra.



**Figura 8.** Esfregue, com movimentos circulares, um dos punhos com o auxílio da palma da mão oposta.



**Figura 9.** Enxágue as mãos, evitando contato direto das mãos ensaboadas com a torneira.



**Figura 10.** Se não for possível abrir a torneira sem o uso das mãos, utilize um pedaço de papel.



**Figura 11.** Seque as mãos com papel-toalha descartável, iniciando pelas mãos e seguindo pelos punhos.



**Figura 12.** Caso não existam torneiras por perto e as mãos estejam sem sujeira aparente, o uso do álcool gel substitui a lavagem com água e sabão. Fonte da sequência de imagens 1-12: Brunno Covello (Gazeta do Povo, 2016).

### Considerações finais

Com o surgimento da pandemia do novo coronavírus, muitas adaptações foram necessariamente incluídas na rotina diária da população e profissionais de saúde para a prevenção e combate ao agravo, sendo dentre outras ações, enfatizada a necessidade de se dar maior atenção à lavagem das mãos e medidas gerais de higiene, corporal e ambiental. É sabido que se pode adquirir doenças através de diferentes microrganismos, principalmente através do contato entre pessoas.

O ato de lavar de forma adequada as mãos pode reduzir sobremaneira essa forma de contágio. Todavia, é primordial realizar a higienização das mãos utilizando a técnica correta, seguindo os 12 passos para lavagem das mãos. Essa limpeza deve ser realizada com frequência, usando água e sabão ou álcool em gel.

Cuidados gerais de prevenção ao SARS-CoV-2 também devem ser tomados para evitar sua propagação, tais como: manter distância segura das pessoas, evitando tossir ou espirrar; tomar todas as precauções de higiene antes de entrar em casa e ao chegar com compras; usar máscara quando não for possível manter o isolamento social; procurar atendimento médico se tiver febre, tosse e/ou dificuldade para respirar, dentre outros.

Seguindo todas essas recomendações e realizando a higiene adequada das mãos, reduz-se sobremaneira a chance de contrair o vírus causador da COVID-19.

### Referências

- BOLICK, D.; BRADY, C.; BRUNER, D. W. **Segurança e controle de infecção**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Editores, 2000. 378 p.
- BOYCE, J. M.; PITTET, D.; HEALTHCARE INFECTION CONTROL PRACTICES ADVISORY COMMITTEE *et al.* Guideline for hand hygiene in healthcare settings. Recommendations of the healthcare infection control practices advisory committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA hand hygiene task force. **MMWR Recommendations and Reports**, v. 51, n. RR-16, p. 1-45, 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12418624/>. Acesso em: 20 jun. 2021.

- BRASIL. Presidência da República/Casa Civil. **Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976**. Dispõe sobre a vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos, e dá outras providências. Diário Oficial da União (24 set. 1976). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6360.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6360.htm). Acesso em: 26 out. 2020.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 13, de 28 de fevereiro de 2007**. Aprova regulamento técnico para produtos de limpeza e afins, harmonizado no âmbito do Mercosul, e dá outras providências. Diário Oficial da União (5 mar. 2007). Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0013\\_28\\_02\\_2007.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0013_28_02_2007.html). Acesso em: 26 out. 2020.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Segurança do paciente em serviços de saúde higienização das mãos**. Brasília, 2009. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/seguranca\\_paciente\\_servicos\\_saude\\_higienizacao\\_maos.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/seguranca_paciente_servicos_saude_higienizacao_maos.pdf). Acesso em: 26 out. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1.565, de 18 de junho de 2020**. Estabelece orientações gerais visando à prevenção, ao controle e à mitigação da transmissão da COVID-19, e à promoção da saúde física e mental da população brasileira, de forma a contribuir com as ações para a retomada segura das atividades e o convívio social seguro. Edição 116, seção 1, p. 64, 2020. Diário Oficial da União (19 jun. 2020). Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-1.565-de-18-de-junho-de-2020-262408151>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- FIESP; CIESP; SESI *et al.* **Higiene pessoal e dos ambientes como forma de prevenção à COVID-19**. Blog Espaço Saúde – COVID-19, São Paulo - SP, 29 de junho de 2020. Disponível em: <https://coronavirus.fiesp.com.br/blog/higiene-pessoal-e-dos-ambientes-como-forma-de-prevencao-a-COVID-19>. Acesso em: 26 out. 2020.
- FIGUEIREDO, N. M. A. *Práticas de Enfermagem: fundamentos, conceitos, situações e exercícios*. São Caetano do Sul: Editora Yendis, 2010. 414 p.
- FREITAS, K. **Higienização das mãos: água e sabão x álcool em gel**. Media Lab Estadão, 13 mai. 2021. Disponível em: <https://patrocinados.estadao.com.br/medialab/releaseonline/releasegeral-releasegeral/higienizacao-das-maos-agua-e-sabao-x-alcool-em-gel/>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- GAZETA do Povo. **Como lavar as mãos corretamente em 12 passos**. 05 de maio de 2016. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/como-lavar-as-maos-corretamente-em-12-passos-0s2jva5tey0dtllrrhml1bgwo/>. Acesso em: 26 out. 2020.
- LARSON, E. L. A causal link between handwashing and risk of infection. Examination of the evidence. **Infection Control**, v. 9, n. 1, p. 28-36, 1988. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3276640/>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- ROTTER, M. L. **Hand washing and hand disinfection**. In: MAYHALL, C. G. (Ed.) *Hospital epidemiology and infection control*. p. 1052-1068. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996.

## **CAPÍTULO 07**

### **QUÍMICA CONTRA O CORONAVÍRUS: ENTENDENDO COMO OS AGENTES QUÍMICOS FUNCIONAM E OS CUIDADOS COM A TOXICIDADE**

Me. Enoc Lima do Rego, Ângelo Gabriel da Conceição Silva,  
Dr<sup>a</sup>. Sandra Eliza Guimarães, Felina Kelly Marques Bulhões, Juliana Pereira Lima,  
Mariana Santos Campos, Thaís de Alencar Braga Matos,  
Mateus de Almeida da Silva Câmara, Weslane Silva Noronha &  
Me. Uldérico Rios Oliveira

## QUÍMICA CONTRA O CORONAVÍRUS: ENTENDENDO COMO OS AGENTES QUÍMICOS FUNCIONAM E OS CUIDADOS COM A TOXICIDADE

Enoc Lima do Rego<sup>9</sup>, Ângelo Gabriel da Conceição Silva<sup>10</sup>, Sandra Eliza Guimarães<sup>9</sup>, Felina Kelly Marques Bulhões<sup>10</sup>, Juliana Pereira Lima<sup>11</sup>, Mariana Santos Campos<sup>11</sup>, Thaís de Alencar Braga Matos<sup>11</sup>, Mateus de Almeida da Silva Câmara<sup>11</sup>, Weslane Silva Noronha<sup>10</sup> e Uldérico Rios Oliveira<sup>9</sup>

### RESUMO

Com a pandemia anunciada no mundo, um agente desconhecido, provocando sintomas diversos, fez-se necessária uma busca por informações para tentar reduzir o avanço do vírus e tratar as patologias apresentadas. Muitos foram os testes e as expectativas por um agente químico que apresentasse eficiência na prevenção e eliminação do patógeno. Nesta expectativa, buscou-se com este estudo levantar os principais agentes que possuem efeitos positivos na prevenção e eliminação do microrganismo presente no meio e nas superfícies, e poder relacionar sua utilização segura para reduzir os efeitos colaterais tóxicos ao meio ambiente, as pessoas e aos animais que nele estão inseridos. As informações compiladas neste trabalho se referem ao modo de ação das soluções alcoólicas, hipoclorito de sódio, sais de quaternário de amônio, fenol e compostos fenólicos, iodopovidona e água oxigenada no combate ao novo coronavírus. Esses são os principais agentes químicos, recomendados por agências reguladoras, no combate ao SARS-CoV-2, o vírus causador da COVID-19, que podem ser empregados para a limpeza de ambientes domésticos, hospitalares, industriais e ambientes públicos, além da desinfecção e higienização dos alimentos e utensílios. Para aplicação desses agentes é necessário observar as condições de uso para minimizar os efeitos tóxicos e nocivos, bem como a dosagem recomendada para obter melhores resultados nas desinfecções, limpezas e higienizações a fim de não prejudicar a saúde.

**Palavras-chave:** Desinfecção, Sanitizantes, SARS-CoV-2, Saúde pública.

<sup>9</sup> Docentes na Universidade do Estado da Bahia (UNEB), campus IX – Barreiras/BA. E-mail do primeiro autor: el.enoc.lima@gmail.com.

<sup>10</sup> Graduandos no curso de Ciências Biológicas da UNEB, campus IX – Barreiras/BA.

<sup>11</sup> Graduandos no curso de Medicina Veterinária da UNEB, campus IX – Barreiras/BA.

## Introdução

A COVID-19 é uma doença causada pelo vírus SARS-CoV-2, atual responsável pela pandemia que atingiu todos os países do planeta Terra. É uma doença grave, onde a forma de evitar a propagação se dá, principalmente, pela vacinação e pelo uso das medidas preventivas para minimizar a contaminação, tais como, o uso correto da máscara, distanciamento e isolamento social associado aos produtos sanitizantes para a higienização das mãos, alimentos e superfícies, resultando em mudanças de hábitos de boa parte da população. Os produtos sanitizantes são agentes/produtos que reduzem o número de bactérias, vírus e outros microrganismos a níveis seguros de acordo com as normas dos órgãos de saúde pública, com a higienização (limpeza seguida da desinfecção) das mãos, dos alimentos, dos equipamentos e das superfícies.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a limpeza de objetos e superfícies, seguida da desinfecção, são medidas recomendadas para a prevenção da COVID-19 e de outras doenças respiratórias virais. Dessa forma, em sua Nota Técnica nº. 26/2020 (BRASIL, 2020a), é apresentada uma série de recomendações sobre produtos saneantes que podem substituir o álcool 70% na desinfecção de objetos e superfícies durante a pandemia da COVID-19. Entretanto, pontua também, os conceitos básicos que diferenciam os termos de limpeza e desinfecção, caracterizando-os como: i) A limpeza refere-se à remoção de microrganismos, sujeiras e impurezas das superfícies, não matando-os, mas removendo-os, diminuindo o número e o risco de propagação da infecção; e ii) desinfecção refere-se ao uso de produtos químicos para matar microrganismos em superfícies. Esse processo não limpa necessariamente superfícies sujas ou remove microrganismos, mas ao realizar a eliminação após a limpeza, pode reduzir ainda mais o risco de propagação de infecções.

Assim, Montoro *et al.* (2020) afirma que a limpeza é caracterizada por processos que removem sujeira (exemplos: poeira, óleo) e não implica em desinfecção, caracterizada por processos que eliminam microrganismos patogênicos. A limpeza prévia aumenta a eficiência da desinfecção e há processos em que as duas ações são realizadas simultaneamente. Com base nisso, Matos *et al.* (2020) está em acordo com as recomendações da ANVISA quando afirma que a remoção da sujeira se dá através da fricção de uma superfície com água e sabão ou detergente e que, quanto maior o acúmulo de sujeira em uma superfície, maior será o tempo e a força de fricção. Ao contrário da desinfecção, que consiste no uso de produtos químicos.

Esta realidade provocada pelo vírus SARS-CoV-2, como o uso de agentes químicos para a higienização das mãos, equipamentos e superfícies, tornou-se mais frequente, uma vez que tais medidas ajudam a reduzir as infecções e transmissões (SEQUINEL *et al.*, 2020). Os agentes químicos são substâncias capazes de penetrar no organismo por via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão (BRASIL, 2012).

No combate ao novo coronavírus, vários tipos de agentes químicos podem ser utilizados nos processos de limpeza, higienização e desinfecção como, por exemplo, soluções alcoólicas, sabão, água sanitária, sais quaternários de amônio, compostos fenólicos, iodopovidona e água oxigenada. Desta forma, a ANVISA traz orientações sobre a concentração e o tempo de contato que esses produtos requerem para inativar o vírus (BRASIL, 2020b). O modo de ação desses produtos é bastante semelhante, quando usados corretamente, rompendo a camada lipídica que protege o vírus, e, dessa forma, acabam eliminando-o (LIMA *et al.*, 2020). Compreender o funcionamento e os cuidados com esses agentes químicos, torna-se necessário para evitar o uso incorreto e, conseqüentemente, os riscos de intoxicação. Este capítulo objetivou revisar os principais

agentes químicos no combate ao novo coronavírus, relacionando suas funcionalidades e os cuidados necessários quanto à toxicidade.

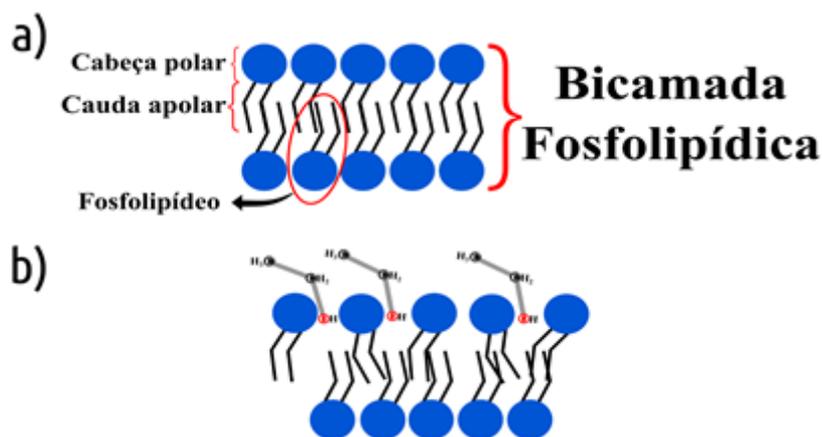
## Produtos Químicos Utilizados Contra o Novo Coronavírus e Riscos à Saúde Humana

### • Soluções Alcoólicas

Os sanitizantes à base de álcool são os produtos que têm sido mais utilizados para a realização da limpeza das mãos e superfícies, sendo eles, principalmente, o álcool etílico e o álcool isopropílico (ATOLANI *et al.*, 2020; WHO, 2010). Estes produtos podem ser encontrados nas formas líquida, gel ou de espuma (SEQUINEL *et al.*, 2020).

O álcool é um composto orgânico biocida, incolor, tóxico, com ponto de ebulição de 78,3°C e baixo ponto de fulgor, de valor igual a 12,8°C. Isso significa que, a partir de 12,8°C é capaz de vaporizar-se e, se em contato com alguma fonte de calor, entrará em combustão e poderá provocar acidentes. Uma forma de minimizar esse efeito é comercializá-lo como álcool em gel, pois possui uma maior resistência ao escoamento, o que reduz consideravelmente o seu espalhamento sobre a superfície quando comparada à uma formulação líquida de igual concentração. Por ser um pouco menos volátil do que o líquido, o álcool em gel permanece mais tempo em contato com a superfície (LIMA *et al.*, 2020; PASCHOALIN, 2020).

Os álcoois são conhecidos como agentes de ação biológica de largo espectro, podendo atuar sobre bactérias, fungos e vírus. A sua ação virucida é bastante eficaz sobre vírus envelopados, como o SARS-CoV-2, pois o seu modo de atuação sobre o vírus será por meio da desnaturação das proteínas que os compõem, como apresentado na Figura 1 (LIMA *et al.*, 2020). Como resultado, tem-se um desarranjo estrutural das proteínas afetadas, com conseqüente perda de suas atividades, o que pode deixar o vírus ineficiente (SANTOS *et al.*, 2002).



**Figura 1.** Representação esquemática da ação do álcool sobre o vírus. Em a) uma parte da bicamada fosfolipídica presente no vírus; e b) atuação dos álcoois provocando a desnaturação do SARS-CoV-2. Fonte: Adaptado de Lima *et al.* (2020).

Devido ao SARS-CoV-2 possuir uma bicamada fosfolipídica como membrana, a atuação dos álcoois também pode se dar sobre as biomoléculas que a constituem e, assim, inativar o vírus a partir da desestruturação de sua membrana biológica o que impossibilita a replicação do seu RNA no interior da célula hospedeira. Deste modo, por apresentar eficiência biocida e ser de fácil solubilidade em água, o etanol tem se mostrado um agente bastante poderoso frente ao SARS-CoV-2, sendo utilizado, no dia-a-dia, na desinfecção das mãos, por exemplo (LIMA *et al.*, 2020).

Segundo Berardi *et al.* (2020), a eficácia dos sanitizantes à base de álcool depende do tipo, concentração, quantidade aplicada nas mãos e tempo de exposição. De acordo com Paschoalin (2020), o álcool etílico 70% (v/v) em sua forma líquida ou em gel é um excelente antisséptico e desinfetante recomendado pela OMS para eliminar o coronavírus de superfícies, pois a água presente na sua formulação facilita a entrada do álcool para o interior do microrganismo e também retarda a volatilização do álcool, permitindo maior tempo de contato. Já Lima *et al.* (2020), descreve que é recomendado o uso de produtos com concentrações que variem de 60 a 90%, com um tempo médio de 20 a 30 segundos de fricção das mãos ou de efetivo contato com a superfície. Desta forma, houve um aumento na procura desses produtos, ficando indisponíveis para muitas famílias.

Devido ao aumento do uso dos compostos à base de álcool, observou-se um grande desequilíbrio na oferta momentânea de álcool em gel. A sua demanda no ano de 2020 teve um aumento de mais de 10 (dez) vezes em relação ao consumo registrado no mesmo período no ano de 2019. Deste modo, o Brasil e outros países em caráter excepcional, autorizaram, por meio de suas agências oficiais de vigilância sanitária ou órgão correspondente, a fabricação de formulações alternativas, sendo uma dessas a forma líquida recomendada pela OMS (SEQUINEL *et al.*, 2020).

Porém, a fabricação dessas formulações deve seguir uma série de normas, pois o manuseio incorreto apresenta vários riscos, que incluem envenenamento acidental por ingestão, risco de incêndio e toxicidade de órgão por absorção pela pele (ATOLANI *et al.*, 2020). Em uma pesquisa realizada por Rayar e Ratnapalan (2013), foi revelado que crianças pequenas que fizeram a ingestão de produtos à base de álcool foram diagnosticadas com apneia, acidose e algumas até entraram em coma. Isso se dá porque em crianças diminui os estoques de glicogênio hepático, o que eleva o risco do desenvolvimento de hipoglicemia.

Na pele o uso contínuo ou excessivo pode causar irritação crônica e lesões graves. Estudos realizados por Atolani *et al.* (2020), a aplicação tópica contínua de etanol na pele diminui as funções de barreira da pele, tornando a membrana altamente suscetível a produtos químicos prejudiciais em sabonetes e cosméticos.

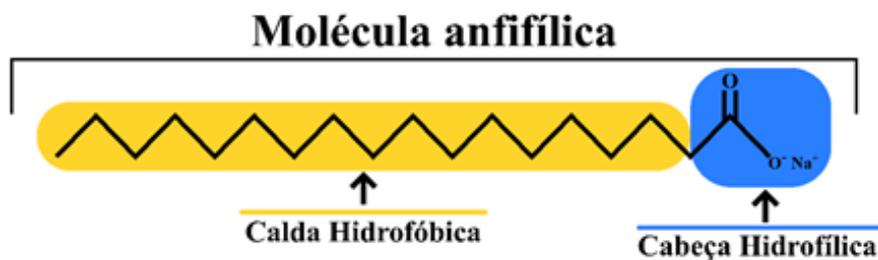
O incentivo para higienizar frequentemente as mãos com álcool gel como uma forma de prevenir o contágio da COVID-19 resultou no aumento de intoxicações causadas por esse produto. De acordo com dados encaminhados pelos Centros de Informação e Assistência Toxicológica da Bahia (CIATox), foram registrados um total de 15 e 17 casos entre adultos e crianças quanto à exposição tóxica por álcool em gel no período de janeiro a abril de 2018 e 2019, respectivamente, e um total de 108 casos no mesmo período no ano de 2020. Dos 108 casos registrados em 2020, 88 (81,48%) referem-se a casos envolvendo crianças (BRASIL, 2020c).

De acordo com Marcheti *et al.* (2020) os acidentes domésticos infantis, que incluem queimaduras e intoxicações, aumentaram no período de pandemia, estando relacionado, principalmente, pelas crianças ficarem mais tempo em casa. Deste modo, o ambiente doméstico é o principal local em que ocorrem as intoxicações neste público devido a situações consideradas facilitadoras, como comportamento característico da infância e a não adoção de medidas preventivas pelos adultos responsáveis pela segurança da criança. A alta dos casos de intoxicação corrobora a importância da adoção de ações preventivas direcionadas, principalmente, ao público infantil, uma vez que a higienização das mãos com água e sabão atende a eficácia de combate ao vírus semelhante ao uso do álcool em gel 70%. Assim, evita-se exposições aos produtos à base de álcool, evitando a intoxicação pelo uso inadequado (BRASIL, 2020b).

#### • Sabão

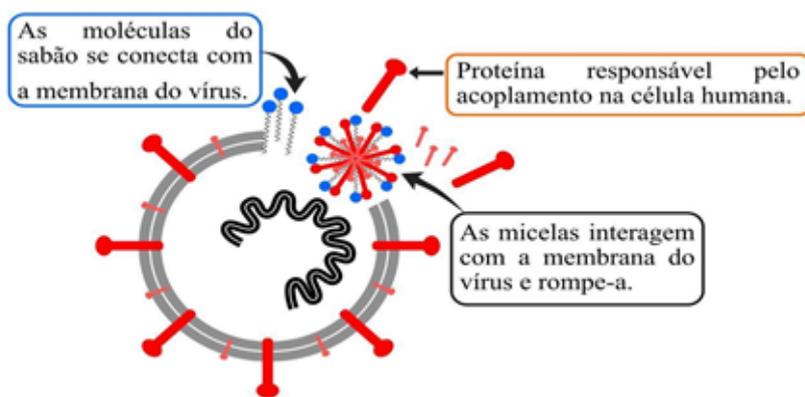
O sabão é um produto formado pela mistura de uma base orgânica (hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio) e ácidos graxos (óleos, gordura vegetal ou animal, sebo, cera), sendo produzido em grande escala

com variações na composição, o que vai definir a complexidade na produção a depender da finalidade (sabão em barra, líquido ou pó, sabonete e detergente) e dos critérios a serem seguidos (ingredientes como sais ácidos, glicerina, água e corantes). As suas propriedades estão relacionadas ao potencial de Hidrogênio (pH), umidade, solubilidade e cheiro, tendo uma alta capacidade como desinfetante devido a suas propriedades anfílicas, isto é, hidrofílicas (solúveis em água) e hidrofóbicas (insolúveis em água), fazendo com que os compostos interagem entre si, como observa-se na Figura 2, conferindo-lhe a possibilidade de eliminar diversos microrganismos (FERNANDES e RAMOS, 2020).



**Figura 2.** Molécula de estearato de sódio de natureza anfifílica encontrada no sabão. Na parte amarela a cauda hidrofóbica e a azul a cabeça hidrofílica. Fonte: Adaptado de Fernandes e Ramos (2020).

O novo coronavírus é envolto por uma membrana lipídica e as proteínas S (*spike*), M (*Membrane*) e N (*Nucleocapside*), sendo responsáveis pelo acoplamento nas células. A sua membrana possui uma bicamada a qual a face interna é hidrofóbica e a exterior hidrofílica, sendo denominado composto anfifílico. O sabão, ao ter contato com a água, forma as micelas (agregado de moléculas), com a função de envolver e interagir com a membrana do vírus até desintegrá-lo, pois formam micelas de composição mista e desnatura as proteínas responsáveis pelo acoplamento na célula humana, o que o torna não patogênico, conforme se observa na Figura 3 (FERNANDES e RAMOS, 2020). O sabão quando utilizado da forma correta remove o vírus da mão mesmo sem desintegrá-lo.



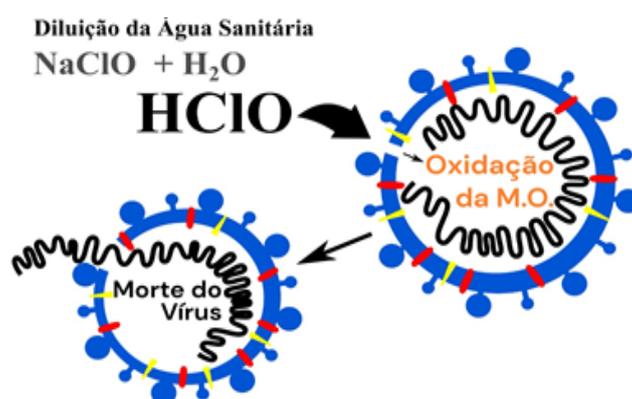
**Figura 3.** Esquema da ação das micelas sob o Vírus. Fonte: Adaptado de Fernandes e Ramos (2020).

O sabão comercializado de acordo com as normas da ANVISA não possui nenhum tipo de produto perigoso e os riscos associados à sua toxicidade são baixos, quando comparado, por exemplo, com a solução de hipoclorito de sódio. O seu uso excessivo pode causar irritação superficial transitória na pele, olhos e se ingerido no trato digestório. Em caso de inalação é recomendado que a pessoa seja levada a um ambiente ventilado (QUÍMICA AMPARO LTDA, 2016).

## • Hipoclorito de Sódio

O hipoclorito de sódio (NaClO) está entre os saneantes mais utilizados para desinfecção, com ação desodorizante, de limpeza e de branqueamento, além de contemplar um amplo espectro antimicrobiano, com comprovada ação viral (LIMA *et al.*, 2020; DIAS, 2009).

A água sanitária (nome comercialmente mais conhecido) é um dos principais agentes químicos no combate ao coronavírus, atuando através das reações químicas de oxidação (BULHÕES *et al.*, 2020). Nesse caso, o hipoclorito (presente na solução da água sanitária) e os peróxidos são ferramentas-chave para que estas reações ocorram. Essa substância possui a capacidade de permear a membrana celular do microrganismo levando à oxidação da matéria orgânica e, conseqüentemente, à morte dos vírus. Ou seja, a camada de gordura do SARS-CoV-2 é destruída e dessa forma é possível provocar a sua eliminação, como observa-se na Figura 4 (LIMA *et al.*, 2020).



**Figura 4.** Representação da destruição da camada de gordura do SARS-CoV-2 pelo hipoclorito de sódio. Fonte: Autoria própria.

A solução de hipoclorito de sódio (NaClO) promove a oxidação dos compostos orgânicos, como lipídios e proteínas, o que denota a sua eficiência no combate a bactérias, fungos e vírus (BARREIROS, 2006). Entretanto, a substância responsável por agir eficazmente contra os microrganismos patogênicos é o ácido hipocloroso (HClO), que é formado ao realizar a diluição em água, como observa-se na Equação 1 (LIMA *et al.*, 2020; DE LUCCA, 2006).



A água sanitária pura comercializada tem concentrações que variam de 2,0 a 2,5% (v/v), com pH acima de 11,5. Para que seja formado o ácido hipocloroso é necessário realizar a diluição em água, deixando o pH entre 6,5 e 8,5 (NUVOLARI, 2003; BRASIL, 2016a, 2016b). Apesar de diminuir a concentração do composto clorado, o procedimento de diluição é indicado para garantir a formação da substância que irá agir mais eficazmente contra o vírus, além de reduzir os efeitos adversos relacionados aos vapores liberados pelo produto (LIMA *et al.*, 2020).

Os vapores são irritantes às mucosas do nariz, garganta e trato respiratório (BONAN *et al.*, 2011). Nos olhos, causa conjuntivite, e em concentrações elevadas, edema nos olhos (aspecto leitoso na córnea até cegar). Na pele, provoca irritação seguido de vermelhidão e se ingerido, causa irritação nas mucosas da boca e garganta, dores de estômago, e possível ulceração (FENILI e AVILA, 2019; SOARES *et al.*, 2007).

Ao utilizar a água sanitária misturado com outros produtos de limpeza pode levar a liberação do gás cloro ou a formação de outras substâncias como, por exemplo, cloroamina, uma substância tóxica produto da mistura hipoclorito de sódio com sais quaternário de amônio presente em desinfetantes (AZAMBUJA JUNIOR, 2012). Em estudo realizado por Bulhões *et al.* (2020), mostrou grande incidência do uso da água sanitária pela população misturado com outros produtos de limpeza, que pode estar relacionado aos altos índices de intoxicação.

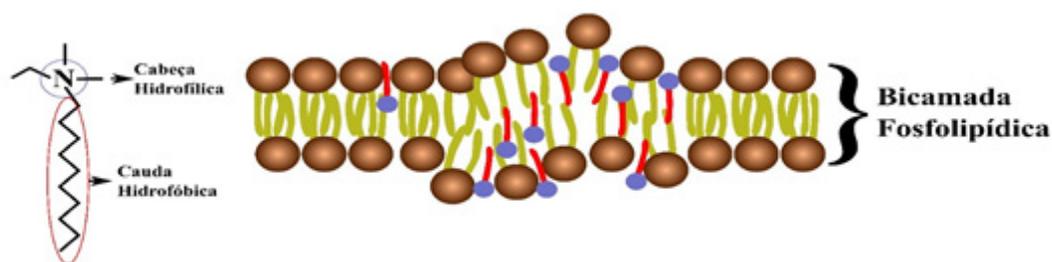
A mistura de diferentes produtos de limpeza pode causar intoxicações, causando um sério problema de saúde pública como mostra os dados disponíveis pela ANVISA, onde houve um aumento de 23,30% dos casos de exposição tóxica aos produtos de limpeza no Brasil em adultos e 6,01% em crianças em 2020, comparados aos dados de igual período do ano de 2019 (BRASIL, 2020b).

#### • Sais de Quaternário de Amônio

Os sais quaternários de amônio são amplamente empregados nas indústrias de cosméticos, farmacêutica e domissanitária, tanto em produtos domésticos, com propriedades desinfetantes e cosméticas, quanto em medicamentos (BRASIL, 2020a). Também conhecidos na literatura como *Quats*, esses compostos constituem uma família diversa de produtos químicos, nos quais os detergentes catiônicos estão entre os desinfetantes/antissépticos mais comuns utilizados nos dias de hoje, devido às suas propriedades biocidas. (MONTORO *et al.*, 2020; LUZ *et al.*, 2020).

Os sais quaternários de amônio são compostos cuja fórmula geral é  $R_4N^+ X^-$ , onde R pode ser um grupo alquilo, arilo ou arilalquilo, iguais ou diferentes, podendo, ou não, estar ligados entre si (GARCIA, 2014). Há mais de mil desinfetantes comerciais contendo quaternários de amônio aprovados pela ANVISA. No qual, deve-se procurar o nome do ingrediente ativo no rótulo e seguir as instruções de uso (MONTORO *et al.*, 2020).

Estes sanitizantes agem por destruição das proteínas do microrganismo, ou seja, atuam diretamente na membrana plasmática ou parede celular bacteriana, provocando sua destruição e morte, conforme apresenta a Figura 5 (NEOCLEAN, 2020).



**Figura 5.** Representação da destruição do vírus por compostos a base de sais quaternário de amônio. Fonte: Adaptado de Lima *et al.* (2020).

Através da Nota Técnica nº 47/2020 (versão atualizada da Nota Técnica 26/2020), a ANVISA indica o uso de desinfetantes à base de *Quats* para o combate ao novo coronavírus. Entretanto, os sais de amônio quaternário têm a eficácia reduzida na presença de sabões e detergentes comuns, portanto, não se deve misturar esses produtos (MONTORO *et al.*, 2020).

Montoro *et al.* (2020) ainda salienta que os quaternários de amônio são substâncias ofensivas, todavia, a sua toxicidade é relevante apenas em longo prazo e quando utilizado muito frequentemente. Segundo a ANVISA (2020), estes compostos podem causar irritação da pele e das vias respiratórias e sensibilização dérmica,

mas não é corrosivo. Os trabalhadores que se expõem constantemente aos produtos devem ser apropriadamente protegidos pelo potencial de hipersensibilidade.

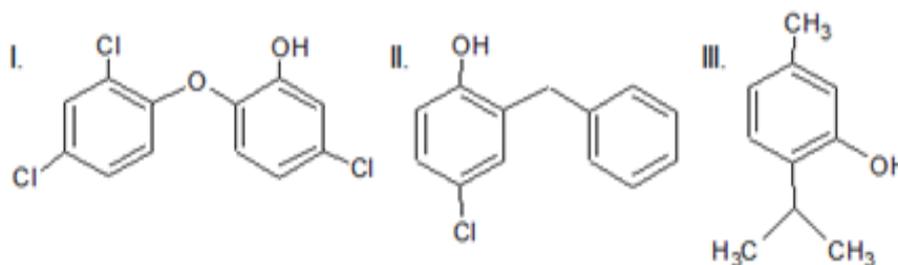
Segundo Rai *et al.* (2020) resíduos químicos dos quaternários de amônio deixados em uma superfície podem ser transportados pelo ar e inalados e, muitas vezes, contribuem para a má qualidade do ar interno com consequências para as pessoas asmáticas, alérgicas ou sensíveis. Esses resíduos contêm produtos químicos que a longo prazo podem causar câncer, distúrbios reprodutivos, doenças respiratórias (incluindo asma ocupacional), irritação dos olhos e da pele, comprometimento do sistema nervoso central (SNC), dano oxidativo e outros efeitos à saúde humana.

### • Fenol e compostos fenólicos

O fenol possui fórmula molecular  $C_6H_6O$ , sendo um composto químico orgânico que exibe pelo menos um grupamento hidroxila ( $-OH$ ) ligada a um anel aromático (SILVA, 2019). É um composto tóxico, ácido fraco e moderadamente solúvel em água, apresentando peso molecular de  $94,1 \text{ g.mol}^{-1}$ , com ponto de fusão de  $43^\circ\text{C}$ , ponto de ebulição de  $182^\circ\text{C}$  e densidade relativa de  $1,071 \text{ g.mL}^{-1}$  a  $20^\circ\text{C}$  (ROCHA, 2014).

O fenol é solúvel em alguns compostos, como: benzeno, etanol, clorofórmio, éter etílico, glicerol, dissulfeto de carbono e em bases como o hidróxido de sódio. Ele tem muitas propriedades biológicas diferentes, como atividade antioxidante, antitumoral, anti-inflamatória e biocida (OLIVEIRA, 2015).

Como atividade biocida o fenol tem sido utilizado para a realização de limpeza em esgotos, na desinfecção de hospitais e na assepsia dos materiais cirúrgicos (TOZZETTI *et al.*, 2009). Segundo Lima *et al.* (2020), os compostos fenólicos apresentam uma concentração em cerca de 5% (v/v) e podem, também, ter ações bactericidas, fungicidas e virucidas, atuando em vírus envelopados, como o SARS-CoV-2. Os principais derivados fenólicos encontrados em sanitizantes domésticos e em antissépticos são triclosan ( $C_{12}H_7C_{13}O_2$ ), o-benzil-p-clorofenol ( $C_6H_5ClO$ ) e timol ( $C_{10}H_{14}O$ ). As estruturas dos compostos podem ser observadas na Figura 6.



**Figura 6.** Fórmula molecular dos compostos fenólicos: I. Triclosan, II. o-benzil-p-clorofenol e III. Timol. Fonte: Autoria própria.

O timol e o triclosan aparecem nas listas da ANVISA e da *United States Environmental Protection Agency* (EPA) como produtos sanitizantes indicados para a prevenção contra o coronavírus, enquanto o-benzil-p-clorofenol aparece na lista de produtos recomendados pela ANVISA e do *Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social* (MSCBS), mas a eficiência desses compostos e seus mecanismos de ação contra o SARS-CoV-2 ainda não são totalmente conhecidos (LIMA *et al.*, 2020).

O timol é um monoterpene encontrado em óleos essenciais de plantas da família *Lamiaceae*. Esses óleos são utilizados na indústria alimentícia, como flavorizantes e preservantes, além de serem empregados na medicina tradicional, explorando as propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antissépticas, analgésicas, anti-inflamatórias e antitumorais (LIMA *et al.*, 2020). O triclosan é um composto sintético, que apresenta três átomos de cloro em sua composição. Ele é um agente antimicrobiano presente em produtos domésticos, po-

dendo ser encontrado em cremes dentais, sabonetes, desinfetantes das mãos e desodorantes (ATOLANI *et al.*, 2020). Já o o-benzil-p-clorofenol é um composto fenólico biocida de amplo espectro, utilizado na formulação de saneantes para limpeza doméstica e hospitalar. Apesar de muito útil, esse derivado fenólico é bastante irritante para os olhos e corrosivo para a pele (LIMA *et al.*, 2020).

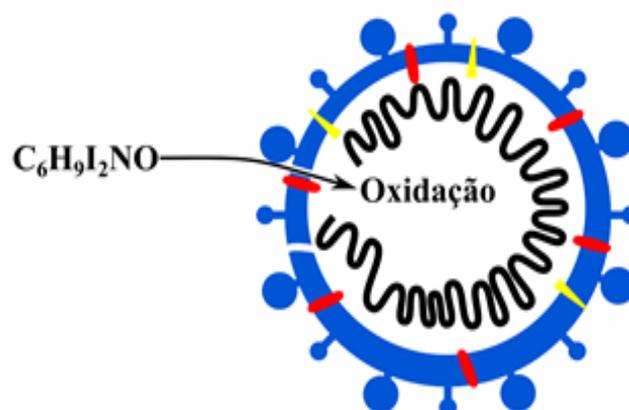
A RHODIA Poliamida e Especialidades Ltda (2007), em sua ficha de informações de segurança de produto químico (FISPQ), indica que os fenóis e seus derivados são corrosivos e irritantes, quando em contato com a pele e os olhos. Em alta concentração, eles podem causar uma destruição de tecidos e uma toxicidade sistêmica fatal. Também, podem provocar sintomas, como: náuseas, vômito, tosse, respiração superficial, visão escura, ataque apoplético, dor de cabeça, perda de consciência, problemas cardiovasculares. Por isso, o indicado é a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI's) durante a sua utilização.

Alguns produtos para a higienização das mãos, como desinfetantes e sabonetes que apresentam fenol ou seus derivados na composição, podem ser prejudiciais à pele por causar desnaturação das proteínas do estrato córneo (camada mais externa da pele), alteração dos lipídios intercelulares, diminuição da coesão dos corneócitos e redução da capacidade de ligação à água do estrato córneo. As reações cutâneas mais comuns de acontecer durante o mau uso do derivado fenólico, Triclosan, são as dermatites de contato que apresentam manifestações de secura, coceira e vermelhidão (JING *et al.*, 2020).

#### • Iodopovidona

A iodopovidona ou povidona-iodo (PVP-I) refere-se à associação aquosa entre polivinilpirrolidona e iodo a 10% (v/v), o que se refere a 1% de iodo disponível na composição. A ação bactericida está relacionada com a concentração do produto, que possui efetividade quando diluído a 0,001% (SWARTZ, 2019). A ação do produto ocorre através da penetração na parede celular e por meio da oxidação, alterando a síntese do ácido nucléico. O PVP-I é um complexo químico de iodo com polivinilpirrolidona (PVP), solúvel em água, sendo um agente desinfetante e antisséptico usado no pré-operatório (FERNANDES, 2011).

As soluções compostas de iodo são utilizadas para a desinfecção de pequenos ferimentos e na preparação da pele antes de uma operação cirúrgica por sua forte capacidade microbicida tópica de amplo espectro (TORTORA *et al.*, 2012). Este elemento e seus derivados destroem bactérias, vírus (como o novo coronavírus) e fungos, causando danos à membrana celular desses microrganismos e levando-os à perda de material intracelular, conforme a Figura 7. Desta forma, impede a síntese de algumas proteínas e causa alterações nas membranas celulares microbianas, aparentemente pela formação de complexos com aminoácidos e ácidos graxos insaturados, levando à morte destes seres (FERNANDES *et al.*, 2000; TORTORA *et al.*, 2012).



**Figura 7.** Ação do iodopovidona contra o SARS-CoV-2. Ao ter contato com o vírus ele destrói a membrana e causa a perda de material intracelular. Fonte: Autoria própria.

Existem alguns cuidados que são necessários ao se fazer o uso da PVP-I, devido a sua alta toxicidade. O PVP-I ao ser administrado por várias semanas pode resultar em toxicidade por iodo, cujos sintomas incluem elevação das enzimas hepáticas, rinorreia, bradicardia, conjuntivite, hipertensão entre outras doenças (SANTOS et al., 2003). Após fazer a aplicação da tintura de PVP-I na pele é importante não cobrir o local com tecido oclusivo ou evitar o uso em feridas abertas, pois pode resultar em absorção do iodo (BAHIA, 2001).

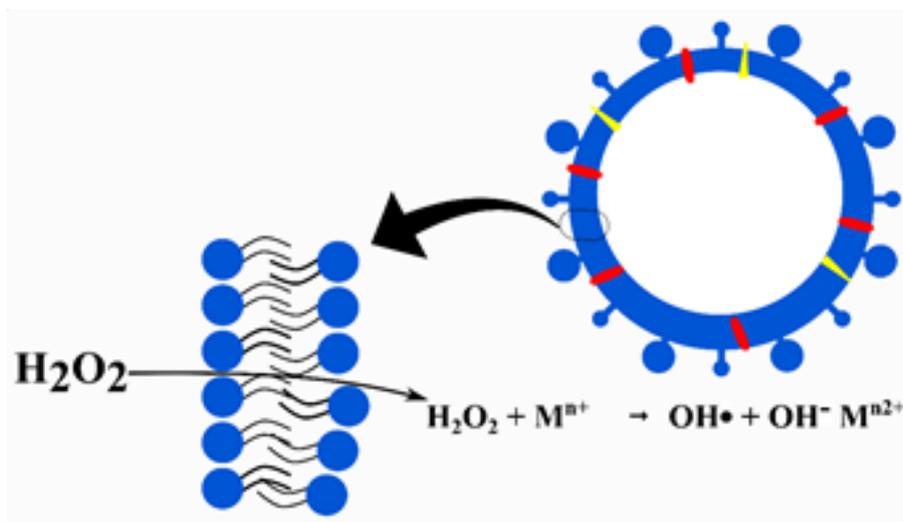
O PVP-I é contraindicado para mulheres em fase de lactação, gravidez de risco; pessoas com hipersensibilidade ao iodo; feridas abertas e em curativos oclusivos. Este produto é destinado ao uso hospitalar para a realização de curativos em geral, traumatismos, queimaduras, ferimentos superficiais da pele e na antisepsia complementar no campo operatório, porém pode conter alguns efeitos colaterais como coceira; inchaço local; erupção na pele (ELIAS et al., 2012). Mas, mesmo diante dos possíveis efeitos colaterais, o iodo é muito utilizado no âmbito hospitalar e de certa maneira, contribuindo no combate à COVID-19.

### • Água Oxigenada

O peróxido de hidrogênio ou água oxigenada possui fórmula molecular  $H_2O_2$ , sendo líquido, incolor e em altas concentrações desprende vapor irritante para os olhos e nariz (EMBRAPA, [s.d.]). Ele é um dos oxidantes mais versáteis que existem podendo ser convertido em radical hidroxila ( $\bullet OH$ ) por meio da catálise, com reatividade inferior apenas ao flúor. Apesar do poder de reação, o peróxido de hidrogênio é um metabólito natural em muitos organismos, o qual resulta em oxigênio molecular e água, quando decomposto. (MATTOS et al., 2003).

Durante a pandemia do novo coronavírus, o peróxido de hidrogênio foi investigado como uma das substâncias que poderiam combater e impedir a propagação do vírus, sendo bastante utilizado para a higiene bucal, além do uso para limpeza de utensílios dos consultórios (PEDRAZZ, 2020). A sua indicação em procedimentos odontológicos na presença do COVID-19 se deu devido a ser antisséptico com baixo risco de intoxicação (BRITO et al., 2020; SANTOS e BARBOSA, 2020).

As soluções de peróxido de hidrogênio são muito utilizadas para a desinfecção de superfícies inanimadas, devido ao longo tempo de exposição, possuindo uma ação contra muitos microrganismos, incluindo bactérias, leveduras, fungos, vírus e esporos. Com uma variação de energia livre de Gibbs ( $\Delta G^\circ$ ) relativamente baixa, os radicais hidroxila produzidos danificam os ácidos nucleicos, proteínas e lipídios do SARS-CoV-2, provocando a sua destruição, como observa-se na Figura 8 (CORDEIRO, 2020).



**Figura 8.** Ação do peróxido de hidrogênio sobre a membrana do SARS-CoV-2. Fonte: Adaptado de Lima et al. (2020).

Estudos demonstraram que uma solução de água oxigenada, com concentração de 0,5% é mais eficaz na eliminação do SARS-CoV-2, sendo necessário realizar diluição ao ser obtido o produto em concentrações mais elevadas, para evitar efeitos da toxicidade (SANTOS e BARBOSA, 2020).

A inalação de névoas ou vapores concentrados pode provocar num primeiro momento inflamação grave do nariz, garganta e vias respiratórias e se a exposição for contínua, pode levar a um edema pulmonar, sinais neurológicos (vertigem, cefaléia), problemas digestivos (náuseas, vômitos) e até sintomas de intoxicação sistêmica (tremores, entorpecimento das extremidades, convulsão, perda de consciência). Em contato com a pele é irritante, podendo provocar sensação de queimadura e branqueamento passageiro. Quando o contato é prolongado pode resultar em queimadura e até gangrena. A ingestão pode causar lesões cáusticas nas mucosas bucais e faringe, ocasionando o sangramento da garganta e estômago. Considera-se que soluções a 3% (v/v) não sejam muito perigosas, dependendo da quantidade ingerida. Os riscos aparecem principalmente com soluções superiores a 6% (v/v), sendo que em concentrações de 30% (v/v) tem sido registrado edema ou derrame cerebral (EMBRAPA, [s.d.]).

### Considerações Finais

Os agentes químicos podem ser empregados para a higienização de ambientes domésticos, hospitalares, industriais e ambientes públicos, além da desinfecção de alimentos e de utensílios. Esses produtos devem apresentar baixo risco de danos às superfícies e equipamentos, menor toxicidade e devem ter uma boa ação contra atividades microbianas. Na intenção de atingir o nível ideal de sanitização e de desinfecção, os produtos utilizados devem ser aplicados em uma concentração pré-determinada e durante um tempo específico. Para obtenção do controle desejado, esses métodos devem ser seguidos conforme descrição no rótulo do produto.

### Referências

- ATOLANI, O; BAKER, M. T.; ADEYEMI, O. S. *et al.* COVID-19: Critical discussion on the applications and implications of chemicals in sanitizers and disinfectants. **EXCLI Journal**. v. 19, p. 785–799, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17179/excli2020-2349>. Acesso em: 27.mai.2021.
- AZAMBUJA JUNIOR, N. **Avaliação da citotoxicidade e da genotoxicidade da mistura da clorexidina com hipoclorito de sódio sobre diferentes linhagens celulares**. 65p. Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas - Faculdade de Odontologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/23/23145/tde-15012013-154122/publico/NiltonAzambujaJuniorVersaoCorrigida.pdf>. Acesso em: 27.mai.2021.
- BAHIA. Secretaria da Saúde. Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde. Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário. BRASIL. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde. **Manual de Biossegurança**. 55p. Salvador, 2001. Disponível em: [http://www.ccs.saude.gov.br/visa/publicacoes/arquivos/P1\\_Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://www.ccs.saude.gov.br/visa/publicacoes/arquivos/P1_Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf). Acesso em: 28.mai.2021.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse Oxidativo: Relação entre Geração de Espécies Reativas e Defesa do Organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113–123, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000100021>. Acesso em: 28.mai.2021.
- BERARDI, A.; PERINELLI, D. R.; COMERCIANTE, H. A. *et al.* Hand sanitisers amid COVID-19: A critical review of alcohol-based products on the market and formulation approaches to respond to increasing

- demand. **International Journal of Pharmaceutics**. v. 584, p. 119431. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119431>. Acesso em: 28.mai.2021.
- BONAN, R. F.; BATISTA, A. U. D.; HUSSNE, R. P. Comparação do Uso do Hipoclorito de Sódio e a Clorexidina como Solução Irrigadora no Tratamento Endodôntico: Revisão de Literatura. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 15, n. 2, p. 237–244, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.4034/RBCS.2011.15.02.16>. Acesso em: 28.mai.2021.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Nota Técnica Nº. 47/2020/SEI/COSAN/GH-COS/DIRE3/ANVISA (versão atualizada da Nota Técnica nº 26/2020). **Recomendações sobre produtos saneantes que possam substituir o álcool 70% e desinfecção de objetos e superfícies, durante a pandemia de COVID-19**. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/arquivos-noticias-anvisa/586json-file-1>. Acesso em: 28.jul.2021.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Nota Técnica Nº. 22/2020/SEI/COSAN/GH-COS/DIRE3/ANVISA. **Recomendações e alertas sobre procedimentos de desinfecção em locais públicos realizados durante a pandemia da COVID-19**. 2020b. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/500741/>. Acesso em: 22.jul.2021.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Nota Técnica n.º 12/2020/SEI/GHBIO/GG-MON/DIRE5/ANVISA – **Alerta sobre exposição tóxica por álcool gel no Brasil desde o início da pandemia de Coronavírus - COVID-19. Levantamento baseado nos dados solicitados aos Centros de Informação e Assistência Toxicológica - CIATox**. 2020c. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/arquivos-noticias-anvisa/447json-file-1>. Acesso em: 15.dez.2021.
- BRASIL. Diário Oficial da União. Ministério da Saúde/AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA/DIRETORIA COLEGIADA. **Resolução - RDC Nº 110, de 6 de setembro de 2016**. Dispõe sobre regulamento técnico para produtos saneantes categorizados como água sanitária e dá outras providências. 173 ed. p. 39. 2016a. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/23530048/do1-2016-09-08-resolucao-rdc-n-110-de-6-de-setembro-de-2016-23530032](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/23530048/do1-2016-09-08-resolucao-rdc-n-110-de-6-de-setembro-de-2016-23530032). Acesso em: 14.dez.2020.
- BRASIL. Diário Oficial da União. Ministério da Saúde/AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA/DIRETORIA COLEGIADA. **Resolução - RDC Nº 109, de 6 de setembro de 2016**. Dispõe sobre regulamento técnico para produtos saneantes categorizados como alvejantes à base de hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio e dá outras providências. 173ed, p. 38. 2016b. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/23530129/do1-2016-09-08-resolucao-rdc-n-109-de-6-de-setembro-de-2016-23529977](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/23530129/do1-2016-09-08-resolucao-rdc-n-109-de-6-de-setembro-de-2016-23529977). Acesso em: 14.dez.2020.
- BRASIL. Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento de Goiás. Gerência de Saúde e Prevenção da Superintendência Central de Recursos Humanos – SEGPLAN. **Manual de Elaboração de Mapa de Riscos**. 16p. 2012. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2012-11/manual-de-elaboracao-de-mapa-risco.pdf>. Acesso em: 27.mai.2021.
- BRITO, L. N. S.; MELO, T. S.; SILVA JUNIOR, M. L. de M. *et al.* Uso de enxaguante bucal na prática odontológica durante a pandemia de COVID-19. **Archives of Health Investigation – Especial COVID-19**, v. 9, n. 4, p. 325–330. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21270/archi.v9i4.5150>. Acesso em: 18.dez.2020.
- BULHÕES, F. K. M.; LIMA, J. P.; ARAÚJO, T. P. de. *et al.* Estudo do uso do hipoclorito de sódio no combate à COVID-19 pela população do extremo Oeste da Bahia. **Revista Núcleo de Biociências do Centro**

- Universitário Metodista Izabela Hendrix**. v. 10, n. 20, p. 120–136, 2020. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas-izabela/index.php/bio/article/view/2204>. Acesso em: 28.mai.2021.
- CORDEIRO, C. S. Peróxido de hidrogênio (água oxigenada). **Ligados pela química -DQ/UFPR**. 2020. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/paginas/lpq/tag/peroxido-de-hidrogenio/>. Acesso em: 06.dez.2020.
- DE LUCCA, L. **Controle de qualidade do Hipoclorito de Sódio no Processo de Produção**. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Centro de Ciências Física e Matemática. Departamento de Química. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/105062/Lourenco\\_de\\_Lucca.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/105062/Lourenco_de_Lucca.pdf?sequence=1). Acesso em: 28.mai.2021.
- DIAS, D. A. **A química do cloro, importância, implicações e elemento motivador no ensino de Química**. 78p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/6373/1/Debo-ra%20Araujo%20Dias.pdf>. Acesso em: 28.mai.2021.
- ELIAS, C. G.; BRANDÃO, D. M.; CANDEIAS, E. C. R. A. *et al.* Manual de Material de Penso com Ação Terapêutica. 35p. Ordem dos Farmacêuticos - Conselho do Colégio de Especialidade de Farmácia Hospitalar. Lisboa - Portugal, 2012. Disponível para download em: <https://www.ordemfarmaceuticos.pt/pt/publicacoes/manuais/manual-de-penso-com-acao-terapeutica/>. Acesso em: 17.dez.2020.
- EMBRAPA. **Ficha de Informações de Segurança: Peróxido de hidrogênio e soluções aquosas**. [s.d.]. Disponível em: <https://cloud.cnpqc.embrapa.br/igu/category/s12-administracao/c42-gestao/administracao/srh/fispq/laboratorios/Per%C3%B3xido%20de%20hidrog%C3%AAnio.pdf>. Acesso em: 20.mai.2021
- FENILI, R.; AVILA, A. C. de. Avaliação da eficácia e da toxicidade da solução de hipoclorito de sódio a 1% na indução de pleurodese em coelhos albinos. **Arquivos Catarinenses de Medicina**. v. 48, n. 4, p. 26–34, 2019. Disponível em: <http://www.acm.org.br/acm/seer/index.php/arquivos/article/view/505>. Acesso em: 28.mai.2021.
- FERNANDES, A. T.; FERNANDES, M. O. V.; RIBEIRO FILHO, N. *et al.* **Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde**. São Paulo: Atheneu. [S.l: s.n.], 2000.
- FERNANDES, A. S. P. **Desenvolvimento de uma cobertura para feridas baseada em nanofibras de iodo-povidona**. 95p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Departamento de Física. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 2011. Disponível em: [https://run.unl.pt/bitstream/10362/5715/1/Fernandes\\_2011.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/5715/1/Fernandes_2011.pdf). Acesso em: 18.dez.2020.
- FERNANDES, P. A.; RAMOS, M. J. O sabão contra a COVID-19. **Revista de Ciência Elementar**, v. 8, n. 2. 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.24927/rce2020.019>. Acesso em: 28.mai.2021.
- GARCIA, S. B. **Preparação e Estudo por STD-NMR de Sais Quaternários de Amônio**. 102p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade da Beira Interior, Covilhã-Portugal, 2014. Disponível em: [https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/6067/1/3962\\_7642.pdf](https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/6067/1/3962_7642.pdf). Acesso em: 28.mai.2021.
- JING, J. L. J; YI, T. P.; BOSE, R. J. C. *et al.* Hand sanitizers: A review on formulation aspects, adverse effects, and regulations. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 9, p. 3326, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17093326>. Acesso em: 17.dez.2020.
- LIMA, M. L. S. O.; ALMEIDA, R. K. S.; FONSECA, F. S. A. da *et al.* A química dos saneantes em tempos de COVID-19: Você sabe como isso funciona? **Química Nova**. v. 43, n. 5, p. 668-678. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170552>. Acesso em: 20.dez.2020.

- LUZ, A.; DELEO, P. PECHACEK, N. *et al.* Human health hazard assessment of quaternary ammonium compounds: Didecyl dimethyl ammonium chloride and alkyl (C12–C16) dimethyl benzyl ammonium chloride. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 116, p. 104717, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2020.104717>. Acesso em: 28.mai.2021.
- MARCHETI, M. A.; LUIZARI, M. R. F.; MARQUES, F. R. B. *et al.* Acidentes na infância em tempo de pandemia pela COVID-19. **Revista da Sociedade Brasileira de Enfermeiros Pediatras**. v. 20, n. spe, p. 16–25, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31508/1676-3793202000000123>. Acesso em: 27.mai.2021.
- MATOS, T. A. B.; SILVA, A. G. C.; LIMA, J. P. *et al.* **Uso de produtos sanitizantes no combate à COVID-19**. Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Ciências Humanas Campus IX, Barreiras-Ba. Cartilha do Projeto de Extensão “Uso de Produtos Sanitizantes no Combate à COVID-19”. 1ed., 24p. 2020. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/18WwSs7jhFweVI09L\\_WywaUdtCHa\\_CcsR/view](https://drive.google.com/file/d/18WwSs7jhFweVI09L_WywaUdtCHa_CcsR/view). Acesso em: 22.jul.2021.
- MATTOS, I. L. de; SHIRAISHI, K. A.; BRAZ, A. D. *et al.* Peróxido de hidrogênio: importância e determinação. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 373–380, 2003. Disponível em [http://static.sites.s bq.org.br/quimica-nova.s bq.org.br/pdf/Vol26No3\\_373\\_14.pdf](http://static.sites.s bq.org.br/quimica-nova.s bq.org.br/pdf/Vol26No3_373_14.pdf). Acesso em: 28.mai.2021.
- MONTORO, L. A.; FREITAS, R. P.; SILVA, H. *et al.* Produtos Desinfetantes para o Enfrentamento da Pandemia de COVID-19. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 5, p. 1114–1128. 2020. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v12n5a06.pdf>. Acesso em: 28.dez.2020.
- NEOCLEAN. O quaternário de amônio e a sua importância na desinfecção. 2020. Disponível em: <https://neoclean.com.br/o-quaternario-de-amonio-e-a-sua-importancia-na-desinfeccao/#:~:text=Quatern%C3%A1rios%20de%20am%C3%B4nio%20s%C3%A3o%20uma,s%C3%ADntese%2C%20que%20%C3%A9%20vital%20para>. Acesso em: 28.dez.2020.
- NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 1ed. Editora Blucher. São Paulo-SP, 2003.
- OLIVEIRA, P. H. R. de. Métodos de Preparação Industrial de Solventes e Reagentes Químicos. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1579–1593. 2015. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v7n4a31.pdf>. Acesso em: 18.dez.2020.
- PASCHOALIN, T. Desinfecção de superfícies contaminadas por coronavírus. Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. **Gestão e Segurança Ambiental: Notícias**. 2020. Disponível em: <https://www.unifesp.br/reitoria/dga/conteudo/noticias/237-artigo-desinfeccao-de-superficies-contaminadas-por-coronavirus>. Acesso em: 17.dez.2020.
- PEDRAZZ, V. **A Odontologia e seu papel fundamental na prevenção da disseminação e agravos da epidemia do coronavírus**. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.forp.usp.br/?p=6296>. Acesso em: 21.abr.2021.
- QUÍMICA AMPARO LTDA. **Sabão em Barra YPÊ: Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos**. 2016. Disponível em: <https://www.impakto.com.br/web/produtoEspecificacao/020167.pdf>. Acesso em: 04.jan.2020.
- RAI, N. K.; ASHOK, A.; AKONDI, B. R. Consequences of chemical impact of disinfectants: safe preventive measures against COVID-19. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 50, n. 6, p. 513–520, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408444.2020.1790499>. Acesso em: 17.dez.2020.
- RAYAR, P.; RATNAPALAN, S. Pediatric ingestions of house hold products containing ethanol: A review. **Clinical Pediatrics**, v. 52, 3ed., p. 203–209. 2013.

- RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA. Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico – FISPQ. 19p. 2007. Disponível em: <http://www.dbi.ufla.br/biologiacelular/wp-content/uploads/Fenol.pdf>. Acesso em: 17.dez.2021.
- ROCHA, P. D. **Avaliação comparativa de tratamentos termo-químicos visando a produção de adsorvente a partir de resíduos agroindustriais para remoção de fenol em soluções aquosas.** 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A7NHAG/1/disserta\\_o\\_pablo\\_vers\\_o\\_definitiva.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A7NHAG/1/disserta_o_pablo_vers_o_definitiva.pdf). Acesso em: 17.dez.2020.
- SANTOS, A. A. M.; VEROTTI, M. P.; SANMARTIN, J. A. *et al.* **Importância do Álcool no Controle de Infecções em Serviços de Saúde.** 2002. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/servicosade/controle/controle\\_alcool.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicosade/controle/controle_alcool.pdf). Acesso em: 15.dez.2020.
- SANTOS, M. A. Á. dos; PEREIRA, S. L. S.; STEFANI, C. M. *et al.* O uso de Iodo-Povidine em Periodontia. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v. 24, n. 2, p. 09–16, 2003. Disponível em: <https://apcdaracatuba.com.br/revista/2402/pag09-16.pdf>. Acesso em: 17.dez.2020.
- SANTOS, K. F. dos; BARBOSA, M. COVID-19 e a Odontologia na prática atual. **Revista Eletrônica Acervo Saúde/Electronic Journal Collection Health**. v. 12, n. 11. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.25248/reas.e5113.2020>. Acesso em: 18.dez.2020.
- SEQUINEL, R.; LENZ, G. F.; SILVA, F. J. L. B. da *et al.* Soluções a Base de Álcool Para Higienização das Mãos e Superfícies na Prevenção da COVID-19: Compêndio Informativo sob o Ponto de Vista da Química Envolvida. **Química Nova**, v. 43, n. 5, p. 679–684. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170553>. Acesso em: 30.mai.2021.
- SILVA, L. E. F. **Estudo de Funções Orgânicas: Contextualização Através de Plantas Medicinais.** 57p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Centro de Ciências. Departamento de Química Orgânica e Inorgânica. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: [http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48401/1/2019\\_tcc\\_lefsilva.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48401/1/2019_tcc_lefsilva.pdf). Acesso em: 30.mai.2021.
- SOARES, R. G. *et al.* Injeção acidental de hipoclorito de sódio na região periapical durante tratamento endodôntico: Relato de caso. **Revista Sul-Brasileira de Odontologia**. v. 4, n. 1, p. 17-21, 2007. Disponível em: [http://antigo.univille.br/arquivos/4620\\_injecao\\_acidental\\_hipoclorito.pdf](http://antigo.univille.br/arquivos/4620_injecao_acidental_hipoclorito.pdf). Acesso em: 18.dez.2020.
- SWARTZ, S. Planejamento de um estudo de prevalência sobre erosão e cárie dentária, numa população estudantil e universitária. 84p. Tese (Mestrado Integrado em Medicina Dentária) - Instituto Universitário Egas Moniz. Almada – Portugal, 2019. Disponível em: [https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/29736/1/Swartz\\_Sarah.pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/29736/1/Swartz_Sarah.pdf). Acesso em: 25.jul.2021.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia.** 10 ed., Porto Alegre: Artmed, 2012.
- TOZZETTI, D. S.; SANTOS, L. M.; MAIA JUNIOR, J. F. *et al.* Desinfetantes, eficácia e custo. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. n. 12. 2009. Disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/qbudCJhoJCdVz86\\_2013-6-21-10-41-4.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/qbudCJhoJCdVz86_2013-6-21-10-41-4.pdf). Acesso em: 17.dez.2020.
- WHO. World Health Organization. **Guia de Produção Local: Formulações de gel antisséptico recomendadas pela OMS.** 2010. Disponível em <https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/2020/03/Guia-produ%C3%A7%C3%A3o-de-gel-antiss%C3%A9ptico-OMS.pdf>. Acesso em: 30.mai.2021.

## **CAPÍTULO 08**

### **ALIMENTAÇÃO NA PANDEMIA: NUTRIÇÃO E ETNOCONHECIMENTO**

Dr<sup>a</sup>. Lígia Meres Valadão, Dr<sup>a</sup>. Flávia Pascoal Ramos & Dr. José Geraldo A. Assis

# ALIMENTAÇÃO NA PANDEMIA: NUTRIÇÃO E ETNOCONHECIMENTO

Lígia Meres Valadão<sup>12</sup>, Flávia Pascoal Ramos<sup>13</sup> e José Geraldo A. Assis<sup>14</sup>

## RESUMO

A expansão urbana no Brasil se deu na década de 1960 e foi caracterizada por mudanças nos hábitos alimentares e de saúde e na forma de adquirir e consumir alimentos e remédios. Este capítulo busca apontar a intersecção entre o etnoconhecimento, a alimentação e a nutrição e plantas alimentícias não convencionais (PANC), considerando a pandemia da COVID-19. Em meio à complexidade de problemas decorrentes do processo de urbanização associada à globalização mundial, uma série de práticas, como o uso de chás, xaropes, banhos, realizadas há muito tempo por grupos sociais especialmente de origem rural, foram ignoradas por uma sociedade cada vez mais urbana. Nesse processo, observou-se mudanças nos tipos de alimentos consumidos, sendo o hábito alimentar urbano predominantemente caracterizado pelo consumo excessivo de alimentos ultraprocessados e prontos para o consumo que estão associados ao desenvolvimento de inúmeros problemas de saúde como as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Este contexto contribuiu para que a pandemia da COVID-19 tivesse proporções ainda maiores, com quadros de maior gravidade em pessoas portadoras de alguma DCNT. É neste cenário que o incentivo à utilização de tratamentos advindos da medicina popular, com a utilização de plantas medicinais, o consumo de alimentos *in natura* e o consumo de PANC se colocam como uma alternativa na construção de novos hábitos alimentares e de saúde. São plantas regionais, facilmente cultivadas nas localidades, com potencial de contribuir para a melhoria das condições de saúde da população e para o desenvolvimento regional sustentável.

**Palavras-chave:** Alimentação saudável, Conhecimento tradicional, COVID-19, Medicina popular, PANC.

<sup>12</sup>Doutora em Desenvolvimento Sustentável (UnB) e graduada em Ecologia (UNESP). Docente na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). E-mail: ligiameres@gmail.com.

<sup>13</sup>Doutora em Alimentos, Nutrição e Saúde e graduada em Nutrição pela UFBA. Integra os núcleos de pesquisas em Nutrição e Políticas Públicas e em Alimentação e Cultura (UFBA). E-mail: flaviapramoss@gmail.com

<sup>14</sup>Doutor em Agronomia pela USP e agrônomo graduado pela UNEB. Docente no Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: jgaassis@ufba.br.

## Introdução

A expansão urbana no Brasil foi um componente fundamental de mudanças estruturais na sociedade brasileira. A partir da década de 1960, a população urbana superou a população rural (BRITO, 2006) e atualmente atinge cerca de 85% da população brasileira (IBGE, 2010). O Brasil rural era caracterizado por produzir alimentos no local, trabalhadores e moradores rurais possuíam uma relação aprofundada com a natureza porque dela dependiam para a sua sobrevivência. Com a urbanização, esses processos foram transformados. Fazendeiros passaram a cultivar em áreas maiores, em muitos casos, lavradores que atuavam em parceria com os fazendeiros passaram a não ter mais lugar de trabalho e de sustento nas fazendas e migraram para as cidades. Além disso, com a derrubada de áreas de floresta para as plantações e pastagens, houve a diminuição na produção de muitos frutos nativos e produtos alimentares brasileiros, antes muito presentes na mesa dos lavradores (BRANDÃO, 1981). É dentro deste contexto que apresentamos uma realidade urbana muito dependente de produtos alimentares industrializados e com uma dependência cada vez menor de produtos locais. Mesmo no meio rural, observa-se o crescente consumo de produtos industrializados, com uma pequena contribuição dos quintais na alimentação dos seus moradores (VALADÃO *et al.*, 2006; OESTREICHER *et al.*, 2020).

Desde março de 2020 enfrentamos uma situação de pandemia que afetou toda a sociedade brasileira, sendo possível imaginar que os hábitos alimentares urbanos pouco contribuíram com uma saúde fortalecida da população. Pelo contrário, uma alimentação rica em produtos industrializados está associada ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) que, por sua vez, são as principais comorbidades dos pacientes com COVID-19 e contribuem para a elevação no tempo de internação e nas taxas de mortalidade (MALTA *et al.*, 2021).

A emergência de problemas complexos como a pandemia da COVID-19 é decorrente do processo de globalização mundial. Ambientes saudáveis geram sociedades saudáveis e, ao contrário disso, os processos associados ao desmatamento, industrialização, aplicação de defensivos químicos, poluição por metais pesados, geram uma complexidade de problemas em cadeia. Por exemplo, pesticidas sintéticos, aplicados em grandes lavouras, podem ser encontrados não somente nas pragas das lavouras, mas em toda a cadeia trófica de vertebrados e invertebrados, chegando aos seres humanos. Os efeitos da aplicação desses pesticidas atingem áreas muito distantes daquelas onde foram aplicados estes produtos (DRUMMOND e BARRETO, 2020). Esse senso de conectividade ecológica evidencia a integração entre a sociedade humana e os sistemas naturais e a complexidade das relações ecológicas que pode ser aplicado ao caso da expansão do coronavírus por todo o planeta.

É neste sentido que devemos ressaltar a importância do entendimento complexo das relações entre saúde, ambiente e populações. O Brasil tem uma riqueza de produtos alimentares de alto teor nutricional que vêm paulatinamente sendo substituídos por produtos industrializados e prejudiciais à saúde humana (OESTREICHER *et al.*, 2020). Além disso, parte considerável da população não tem acesso a medicamentos e a atendimento médico adequado e, nesse contexto, a utilização de plantas medicinais se faz presente na tentativa de tratar males diversos, assim como aliviar os sintomas da COVID-19. A eficácia das plantas utilizadas nesses “tratamentos tradicionais” precisa ser mais bem estudada, no intuito de incentivar práticas preventivas e promoção da saúde humana, evitando uma abordagem reducionista da saúde.

Os conhecimentos sobre medicina popular, alimentação saudável e plantas alimentícias não convencionais são, neste sentido, medidas de promoção da saúde, no que tange a manutenção de estados saudáveis de saúde, e não como estratégias para substituir a medicina alopática. Esse conceito holístico de saúde contempla práticas preventivas a fim de diminuir a incidência de problemas que sejam direcionados às Unidades Básicas

de Saúde. Alimentação adequada e medicina popular são medidas que incidem na promoção da saúde como um conceito holístico, associado à dimensão de que ecossistemas saudáveis permitem populações saudáveis, e de que princípios e práticas que regem uma alimentação adequada e natural podem trazer benefícios à saúde da população.

### **Etnoconhecimento e plantas medicinais**

Em meio à complexidade de problemas decorrentes do processo de urbanização associada à globalização mundial, praticamente “esquecemos” de uma série de práticas realizadas há muito tempo por grupos sociais, muitas vezes com a origem rural, “abandonadas” por uma sociedade urbana e tecnicista, que pouco valoriza os saberes que não são científicos.

Chás, xaropes, pomadas, emplastos e banhos foram (e continuam sendo) práticas utilizadas por avós, bisavós, agentes de saúde, senhores “de idade”, erveiros, raizeiras e parteiras que praticam tratamento “caseiro” para resolver os problemas de saúde. Estas pessoas estão atentas ao fato de que a saúde é algo que deve ser mantida e que, para isso, necessitamos ter momentos de “resguardo”, quando necessário, e tratamentos específicos que incluem a utilização de remédios caseiros e fitoterápicos, visto que promovem o fortalecimento do corpo e uma maior capacidade de resposta às adversidades ocasionadas por doenças que acometem a população. Estes vastos conhecimentos - etnoconhecimentos - estão presentes na nossa sociedade, e são importantes porque apresentam uma complexidade que a sociedade atual e o conhecimento científico desconsideram.

De acordo com Posey (1987), etnoconhecimento é o estudo de classificação do mundo vivo por qualquer cultura. Coloca-se a cultura como sendo chave nesse processo, pois é ela que vai “moldar” a relação com o ambiente. Também podemos dizer que a cultura permite a formação de uma série de símbolos, como a identificação e a nomeação das coisas, até uma classificação mais complexa, que envolve sistemas classificatórios, linguísticos, religiosos e de parentesco (DRUMMOND e BARRETO, 2020). A cultura é um filtro subjetivo que vai se aplicar ao entendimento de tudo. Quem tem interesse em entender a interface sociedade-natureza tem o dever de considerar os valores culturais humanos, para um entendimento da complexidade da interface entre o humano e a natureza (DRUMMOND e BARRETO, 2020).

Dentro das classificações feitas pelos grupos sociais, temos a etnobiologia, que está interessada no conhecimento e nas conceituações desenvolvidas por qualquer cultura sobre os seres vivos e os fenômenos biológicos (ALBUQUERQUE, 1997). Muitos dos conhecimentos da etnobotânica têm relação com esse filtro cultural que é seletivo e utilitário (DRUMMOND e BARRETO, 2020), ou seja, grupos humanos selecionam espécies de plantas úteis para solucionar um determinado problema de saúde ou realizar um determinado tratamento. A transmissão oral vertical colabora para a continuidade do conhecimento e prática do uso de inúmeros tratamentos medicinais, que incluem não só a planta, mas toda uma terapia, que passa de geração em geração.

Como já dito, na medicina popular, há grande preocupação com os períodos de resguardo, que é o momento de recuperação do corpo decorrente do parto ou de alguma doença que deixou a saúde abalada. A relação entre alimentos “reimosos”, que devem ser evitados nos períodos de resguardo, é muito presente na cultura popular (WOORTMANN, 2008). Além dos tratamentos, uma série de restrições é imposta aos doentes em recuperação, que envolvem o descanso e cuidados específicos direcionados a cada situação de convalescença.

É neste sentido que o levantamento de plantas e a identificação dos tratamentos populares são muito úteis, pois são conhecimentos que estão presentes em muitas gerações e a ciência ocidental e cartesiana não considera. No entanto, o aprofundamento do conhecimento sobre as plantas utilizadas, assim como da eficácia do seu uso, pode auxiliar no fortalecimento dos indivíduos em relação a diversos males de saúde.

## Como as populações que utilizam a medicina popular puderam responder à COVID-19?

Não se trata de falar sobre a cura da COVID-19, pois nenhum estudo até o momento identificou um remédio específico para a cura dessa doença de origem viral. O que abordamos neste capítulo são as potencialidades que a medicina tradicional tem, seja para o alívio dos sintomas, seja para o fortalecimento do organismo. A utilização da medicina popular engendra uma relação complexa entre o corpo, a cosmologia e o processo de interação entre saúde e doença (SANTOS, 2020), busca a manutenção de práticas que mantenham a situação de saúde abrangentes e holísticas, muito mais complexas do que a concepção feita pela medicina ocidental.

Em regiões rurais, com sistemas de saúde convencional de atenção básica precários, espécies vegetais são muito úteis no preparo de chás, xaropes e banhos. Essa é uma prática que tem sido feita para a cura da gripe. Nesse caso, o coronavírus (SARS-CoV-2) também pode ser classificado como um vírus de uma gripe específica, mas que pode trazer graves complicações respiratórias e que o sistema imunológico pode não ser capaz de curar (LANA *et al.*, 2020), ocasionando uma quantidade de óbitos que o torna incomparável à gripe comum (Influenza A).

Neste sentido, estudos etnobotânicos mostram muitas plantas utilizadas para tratamento dos problemas respiratórios. Capim-santo (*Cymbopogon citratus* Stapf.), hortelã-grossa (*Plectranthus cf. amboinicus* Lour.), manjerição (*Ocimum basilicum* L.) e alfavaca (*Ocimum* sp.) são exemplos de espécies utilizadas para o alívio dos sintomas da gripe comum em comunidades rurais (AMOROZO, 2002; PINTO *et al.*, 2006).

As formas de uso das plantas relacionam-se com as necessidades do indivíduo, sendo os chás e decocções as formas mais utilizadas na medicina popular (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Existem poucos estudos que detalham a forma como são feitos os remédios tradicionais, apesar de serem tão importantes quanto a propriedade medicinal das plantas. Por exemplo, é muito comum o uso do óleo da andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) para dores de garganta em crianças e adultos, como uma estratégia terapêutica para melhora dos sintomas (SANTOS, 2020).

### Qual seria o efeito benéfico no corpo com o uso de chás e xaropes em males respiratórios?

A maior parte dos estudos etnobotânicos realiza o levantamento das espécies de plantas com potencial medicinal e seus principais usos, por outro lado, poucos estudos se preocupam em entender o tratamento popular utilizado e o porquê de eles serem realizados de uma maneira e não de outra. Muitas pessoas da “roça” relatam o uso dos chás para “esquentar” o corpo frio e ajudar a eliminar esse agente infeccioso do corpo. Recomendam, ainda, “não tomar água gelada” devido aos malefícios que ela traz ao paciente já com a doença respiratória, por agravar o “frio” do corpo.

Ou seja, há duas formas de percepção dos remédios, a sua condição térmica e o princípio ativo da planta utilizada. Por exemplo, comidas e remédios que têm a qualidade de “esquentar o corpo” trazem todos os benefícios desse calor ao indivíduo. Gripes e resfriados devem ser curados com chás “quentes” ou xaropes para ajudar a esquentar o corpo e diminuir/eliminar o catarro produzido. Comidas frias são ofensivas ao aparelho respiratório e devem ser evitadas por piorar o estado de “frieza” do corpo. Esses conhecimentos merecem ser mais investigados por meio de pesquisas que expliquem a terapia em si e não apenas apontem e descrevam o princípio ativo da planta utilizada.

O fato é que há a necessidade de uma concepção holística sobre saúde, que entende o corpo humano como algo vivo que interage não somente com o medicamento em si, mas com todo o contexto em que ele está imerso. Isso envolve uma série de relações pouco valorizadas pela medicina ocidental e muito incorporadas

em populações rurais e medicinas alternativas, como a temperatura do corpo (chás e banhos para aliviar os sintomas) e a temperatura do ambiente (“não tomar vento”, relacionadas ao ambiente quente e frio que agravam problemas de saúde). Esse conhecimento tem sido muito útil para curar ou aliviar estados de convalescença das pessoas e deve ser fonte de pesquisas.

Outro ponto importante é que nas universidades a formação dos profissionais não contribui com a integração disciplinar. A formação universitária segue modelos muito conservadores de produção de conhecimento. Esses modelos prejudicam muito o trabalho em equipe e a formação de visões mais holísticas sobre um campo de conhecimento (BETANCOURT *et al.*, 2016; VALADÃO, 2018).

Dada a complexidade da realidade, o conhecimento só vai evoluir se houver um campo mais integrativo, que envolva não só o conhecimento científico, mas outras formas de saber incluídas, buscando unificar o conhecimento como uma poderosa fonte de informação que gera melhoria de condições de vida, numa perspectiva conectada aos processos de geração de saúde. O saber popular tem muito a contribuir, pois ele faz essa experimentação no cotidiano de vida deles.

### **Alimentação e Nutrição na pandemia**

Quando se fala em alimentação, uma questão que reflete o padrão de consumo da população urbana brasileira e, atualmente, também da população rural, é o alto consumo de produtos ultraprocessados. Durante a pandemia da COVID-19 houve um reforço na promoção e no consumo destes produtos (FILHO e JÚNIOR, 2020). Dentre os fatores relacionados a este fato pode-se indicar a facilidade de armazenamento e a necessidade de estocar alimentos propagada no início da pandemia. Ademais, observou-se um aumento nos preços dos alimentos *in natura* (FILHO e JÚNIOR, 2020), bem como dificuldades de aquisição de alimentos frescos, que demanda saídas mais frequentes de casa (STEELE *et al.*, 2020). Soma-se a isto o fato de que alguns municípios fecharam as feiras livres como parte da estratégia de isolamento social a fim de conter a disseminação do novo coronavírus e, desta maneira, restou à população recorrer aos supermercados, que comercializam majoritariamente produtos ultraprocessados.

No entanto, embora tais produtos sejam amplamente consumidos pela população, são vários os malefícios associados ao seu consumo (LOUZADA *et al.*, 2015), dentre eles:

- Possuem altas quantidades de nutrientes indesejáveis como açúcares, gorduras totais e trans que estão associados a problemas como sobrepeso, obesidade, cárie dental e doenças cardiovasculares;
- Apresentam baixo teor de fibras, cuja ingestão insuficiente se relaciona com o desenvolvimento de diabetes, obesidade, doenças cardiovasculares e alguns tipos de cânceres, como os de cólon, reto e mama;
- Possuem inúmeros aditivos alimentares sintéticos, associados a várias doenças, como realçadores de sabor, corantes, conservantes, entre outros.

Outrossim, nos últimos anos, intensificou-se o debate sobre a relação do processamento dos alimentos com o surgimento de DCNT. Diversos estudos apresentaram associação entre o alto consumo desses produtos e o desenvolvimento de diabetes (SROUR *et al.*, 2020), de câncer (FIOLET *et al.*, 2018), ao maior risco de desenvolvimento de distúrbios metabólicos como obesidade, hipertensão arterial sistêmica (HAS) e dislipidemia (MENDONÇA *et al.*, 2016; RAUBER *et al.*, 2015) e doenças cardiovasculares (SROUR *et al.*, 2019).

Este cenário, associado ao aumento no consumo destes produtos pela população, aponta para a necessidade da atuação do Estado na regulação dos gêneros alimentícios disponibilizados no mercado.

É relevante destacar que no atual cenário de pandemia da COVID-19, tais constatações assumem caráter ainda mais preocupante, principalmente, considerando que a mortalidade por esta doença é maior em indivíduos com DCNT (MALTA *et al.*, 2021). No Brasil, 63% dos óbitos confirmados por COVID-19, até 27 de fevereiro de 2021, foram de indivíduos com, pelo menos, uma comorbidade. Cardiopatias e diabetes foram as condições mais frequentes, sendo que a maior parte destes indivíduos que evoluiu para óbito apresentava alguma comorbidade e possuía 60 anos ou mais de idade (BRASIL, 2021).

Nesse sentido, é fundamental que toda população tenha acesso a uma alimentação saudável e adequada às suas necessidades nutricionais, bem como tenha condições de fazer escolhas alimentares mais saudáveis. Uma alimentação equilibrada é primordial para a boa saúde e contribui para que o corpo tenha condições efetivas de reagir adequadamente a invasores, como é o caso do coronavírus.

### **Mas o que é uma alimentação adequada e saudável?**

Trata-se de uma prática alimentar apropriada aos aspectos biológicos e socioculturais dos indivíduos, bem como ao uso sustentável do meio ambiente. Deve também estar referenciada pela cultura alimentar e pelas dimensões de gênero, raça e etnia; acessível do ponto de vista físico e financeiro; baseada em práticas produtivas adequadas e sustentáveis (BRASIL, 2013).

Para conhecer melhor quais alimentos devem integrar essa prática, bem como os benefícios de uma alimentação saudável, sugere-se seguir as orientações contidas no Guia Alimentar para a População Brasileira – GAPB (BRASIL, 2014). O GAPB apresenta as diretrizes alimentares nacionais, levando em consideração o contexto da alimentação no país, bem como os conhecimentos atuais sobre alimentação e nutrição.

### **O que são guias alimentares?**

Os guias alimentares são instrumentos oficiais, que definem as diretrizes alimentares com objetivo de educar a população e nortear a elaboração de políticas públicas de alimentação, nutrição e outras áreas correlatas como a saúde, educação, agricultura, entre outras (FAO, 2007; FREIRE *et al.*, 2012). A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, na língua inglesa) recomenda que os países elaborem Guias Alimentares Baseados em Alimentos, pois, estes favorecem a compreensão pela maior parte da população em comparação aos guias baseados em nutrientes.

Além disso, a Organização Mundial da Saúde (OMS) orienta, por meio da Estratégia Global para a Promoção da Alimentação Saudável, que os governos atualizem periodicamente as diretrizes de alimentação e nutrição considerando as mudanças nas condições de saúde e hábitos alimentares da população, bem como o progresso do conhecimento científico (BRASIL, 2014).

Nesse sentido, o GAPB, que havia sido lançado em 2006, foi atualizado pela Coordenação Geral de Alimentação e Nutrição (CGAN) do Ministério da Saúde, em parceria com o Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo (NUPENS/USP) e com o apoio da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS/Brasil), sendo a nova versão publicada em 2014 (Figura 1). Esse processo contou com construção colaborativa a partir da realização de oficinas e submissão à consulta pública.



**Figura 1.** Capa do Guia Alimentar para a População Brasileira. Fonte: NUPENS/USP (<https://www.fsp.usp.br/nupens/o-que-e-o-guia-alimentar/>).

A nova versão do GAPB foi considerada uma das melhores do mundo por integrar a sustentabilidade nas diretrizes dietéticas (AHMED *et al.*, 2019). O Guia moderniza a forma de classificar os alimentos por meio da classificação NOVA que, por sua vez, organiza os alimentos quanto ao propósito e extensão do seu processamento em quatro grupos. São eles:

**Alimentos *in natura* ou minimamente processados.** Os alimentos *in natura* são aqueles obtidos diretamente de plantas ou de animais e adquiridos para o consumo sem que haja sofrido qualquer alteração. Exemplos: legumes, verduras, frutas, ovos, leite, carnes, ervas frescas, mandioca e outras raízes, tubérculos, entre outros. Os alimentos minimamente processados são alimentos *in natura* que passaram por pequeno grau de transformação, foram submetidos à limpeza, remoção de partes não comestíveis ou não desejadas, como moagem, resfriamento, pasteurização, fermentação, congelamento, secagem e/ou embalagem e não há agregação de outras substâncias ao alimento. Exemplos: leite pasteurizado, ultrapasteurizado ('longa vida') ou em pó, iogurte (sem adição de açúcar); feijão de todas as cores, lentilhas, grão de bico e outras leguminosas; entre outros.

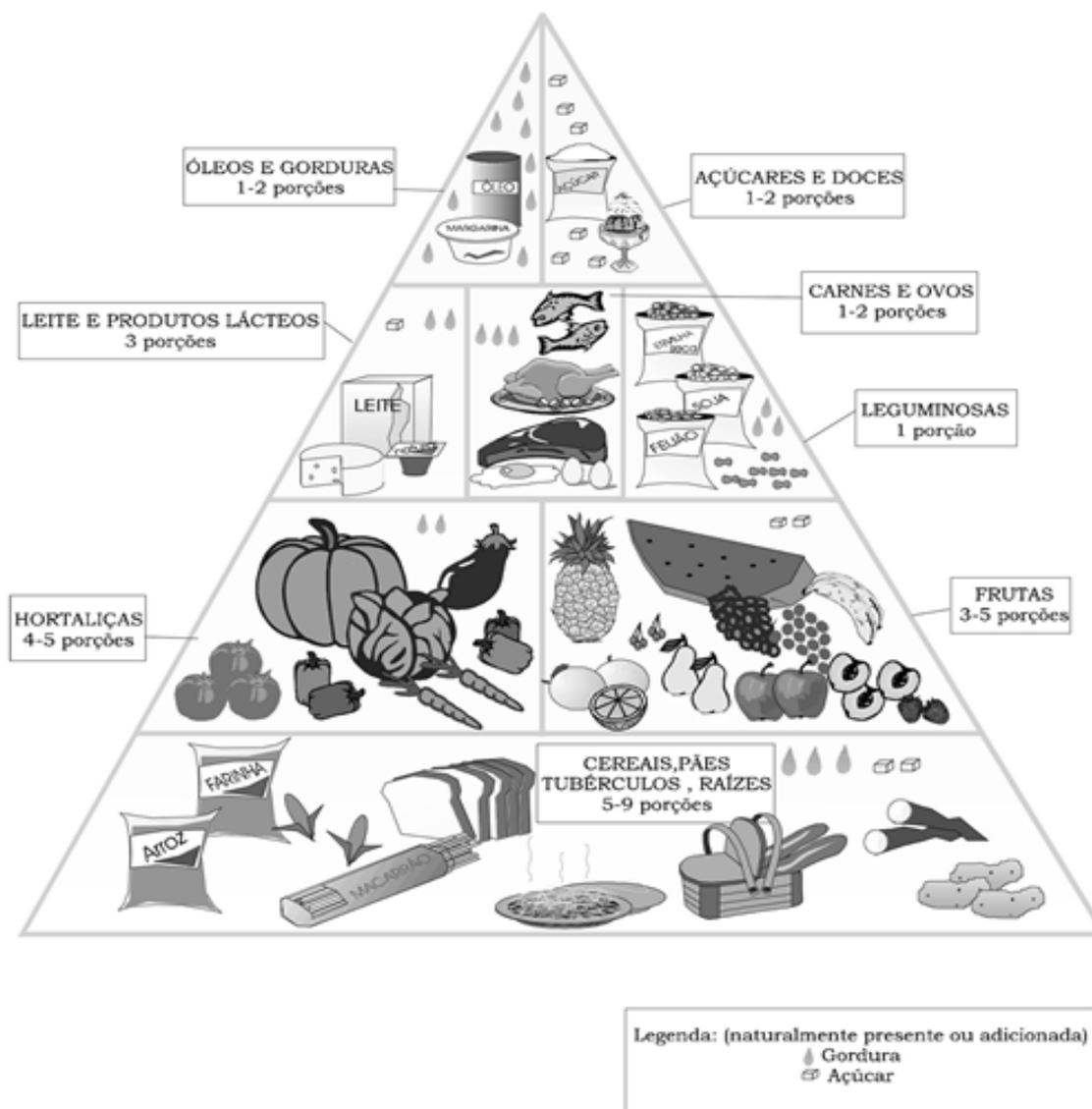
**Óleos, gorduras, sal e açúcar** são produtos extraídos dos alimentos *in natura* ou da natureza por processos como prensagem, moagem, trituração, pulverização e refino e utilizados para temperar e cozinhar os alimentos. Exemplos: óleo de girassol ou de oliva, vinagre, manteiga, banha de porco, gordura de coco, mel, melado, rapadura, açúcar e sal. Ressalta-se que todos eles devem ser usados em pequenas quantidades.

**Alimentos processados** são produtos fabricados com a adição de sal, açúcar ou outra substância de uso culinário a um alimento *in natura* ou minimamente processado. No entanto, os ingredientes adicionados alteram de modo desfavorável a composição nutricional. Exemplos: frutas em calda e frutas cristalizadas, sardinha e atum enlatados, vegetais preservados em salmoura ou em solução de sal e vinagre, entre outros.

**Alimentos ultraprocessados** são produtos fabricados a partir de diversas etapas e técnicas de processamento, com adição de muitas substâncias de uso exclusivamente industrial. São produtos nutricionalmente desbalanceados. Uma das formas de facilitar sua identificação é consultar a lista de ingredientes e verificar se possuem mais que cinco ingredientes e substâncias desconhecidas. Exemplos: vários tipos de biscoitos, sorvetes, balas e guloseimas em geral, produtos congelados e prontos para aquecimento como pratos de massas, pizzas, hambúrgueres e extratos de carne, frango ou peixe, empanados do tipo nuggets, entre outros.

Destaca-se que esta classificação quanto ao processamento dos alimentos acompanha a tendência do aumento da oferta e do consumo de alimentos industrializados na sociedade contemporânea.

De outro modo, outra referência muito utilizada para falar sobre alimentação saudável era a pirâmide alimentar. O modelo utilizado no Brasil foi adaptado inicialmente por Phillip *et al.* (1999), a partir da pirâmide alimentar elaborada nos Estados Unidos e os alimentos foram organizados em oito grupos (cereais, pães, tubérculos e raízes; frutas; hortaliças; leguminosas; leite e produtos lácteos; carnes e ovos; óleos e gorduras; e açúcares e doces) de acordo com a contribuição de cada nutriente básico na dieta, conforme ilustrado na Figura 2.



**Figura 2.** Pirâmide alimentar adaptada. Fonte: Phillip *et al.* (1999).

Entretanto, a classificação dos alimentos com base nos nutrientes, como apresentado na pirâmide alimentar, por exemplo, embora seja um modelo relevante para conhecer os grupos alimentares, não considera os processos a que os alimentos são submetidos e que alteram sua composição nutricional.

É importante, portanto, quando se fala em recomendações, estar atento para não valorizar demais os nutrientes e negligenciar o processamento industrial ao qual os alimentos são submetidos (MENEGASSI *et al.*, 2018). Um exemplo disso é deixar de considerar a diferença entre um pão de forma fabricado com uso de grandes quantidades de gorduras, açúcares e aditivos alimentares, como emulsificantes e conservantes, e um

pão francês ou artesanal produzido sem adição destes ativos. Na pirâmide alimentar, todos esses alimentos estão juntos no grupo de cereais, pães, tubérculos e raízes.

Tendo em vista o exposto, abaixo são apresentadas algumas razões para fazer de alimentos *in natura* e minimamente processados a base da sua alimentação:

- São alimentos ricos em macro e micronutrientes, principalmente, vitaminas, minerais e fibras;
- Promovem e mantêm a nossa cultura alimentar, por exemplo, o consumo do arroz com feijão;
- Podem contribuir para sustentabilidade se consumir mais vegetais e diminuir o consumo de alimentos de origem animal, isto porque sistemas intensivos de produção animal consomem ração fabricadas com soja e milho a partir de monocultura e são ambientalmente insustentáveis;
- Estimulam a produção de alimentos local, principalmente se adquiridos na feira livre, de preferência do próprio agricultor;

### **Importante!**

Consumir alimentos orgânicos ou de base agroecológica contribui para diversificação produtiva, fixação do agricultor no campo que respeitam os modos de produção tradicionais (BRASIL, 2014).

- São alimentos livres de aditivos alimentares que sabidamente causam mal à nossa saúde, com exceção dos agrotóxicos.

**Entenda:** Alimentos produzidos de maneira convencional podem conter resíduos de agrotóxicos. No entanto, não vale a pena substituí-los por ultraprocessados, pois, além de ingredientes nocivos em excesso, tais produtos também contêm resíduos de agrotóxicos devido à presença de ingredientes provenientes da monocultura como soja, milho, trigo, cana-de-açúcar, entre outros (IDEC, 2021).

A classificação NOVA além de permitir a distinção entre alimentos *in natura* ou minimamente processados e ultraprocessados, permite a escolha de alimentos tendo em vista as diferenças culturais, sistemas alimentares ambientais e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2014), uma vez que os ultraprocessados, além de proporcionarem o consumo excessivo de calorias e nutrientes indesejados, reforçam um sistema que pode impactar negativamente sobre a cultura e o meio ambiente.

Considerando a relevância das nossas escolhas, é imperativo entender o conceito de sistemas alimentares. Ele abrange todos os processos relacionados à alimentação que envolvem a produção, processamento, distribuição, comercialização até a sua preparação, consumo e descarte dos mesmos (SOBAL *et al.*, 1998; MARTINELLI e CAVALLI, 2019).

Nos últimos anos observou-se um processo de intensificação de um sistema alimentar concentrado e direcionado por poucas empresas transnacionais. Empresas essas que controlam os agrotóxicos e as sementes transgênicas, e grandes redes de supermercados que determinam o que será consumido pela população (MACHADO *et al.*, 2016). Diante deste cenário é possível afirmar que o nosso sistema alimentar não está

direcionado para garantir o acesso à alimentação adequada e saudável para toda população e sim para alcançar o menor custo de produção possível (MACHADO *et al.*, 2016; MARTINELLI e CAVALLI, 2019).

Assim, ao adquirir determinado alimento, o consumidor está promovendo um tipo de sistema alimentar, que pode ser sustentável ou não. Para os especialistas em Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) da FAO, um sistema alimentar sustentável (SFS) é aquele que fornece SAN para todos, de maneira que as bases econômicas, sociais e ambientais para gerar essa segurança às gerações futuras não sejam comprometidas (HLPE, 2014).

Nos últimos anos, os sistemas alimentares tradicionais centralizados na agricultura familiar perderam forças. A agricultura familiar utiliza técnicas tradicionais de cultivo e manejo do solo, com o processamento mínimo dos alimentos e com uma rede local de distribuição que inclui feiras livres e pequenos comerciantes. No lugar, passaram a existir sistemas alimentares baseados em monoculturas que fornecem matérias-primas para a produção de alimentos ultraprocessados ou para rações destinadas a animais, que dependem de grandes extensões de terra, alto consumo de água e uso de fertilizantes químicos, sementes transgênicas e agrotóxicos (BRASIL, 2014). Essa cadeia está integrada às redes de grandes supermercados e *fast foods*.

Desta forma, Azevedo (2018) propõe uma concepção ampliada de “alimento saudável” que, além da composição nutricional, considera a maneira como foi produzido. Para a autora, o que é alimento saudável constitui desafio, pois, deve ser saudável para todos: “*para quem produz, para quem come, para os animais e plantas e para o meio ambiente*” (AZEVEDO, 2018, p. 111).

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de melhora na qualidade da alimentação da população brasileira, para tanto, a compreensão dos fatores relacionados ao consumo, bem como alternativas viáveis devem ser mais exploradas com intuito de contribuir para o acesso de todos a uma alimentação adequada e saudável.

### **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): produtos saudáveis relacionados ao etnoconhecimento e na contramão dos ultraprocessados**

Quando se pensa em alimentação saudável, é natural se pensar em vegetais compondo essa alimentação, alguns inclusive – veganos, vegetarianos e afins - optam por priorizá-los na sua dieta. Outro fator envolvido, e levado em consideração por muitos consumidores, é o tipo de agricultura do qual se origina e daí a busca por produtos sem o uso de insumos agrícolas como adubos e defensivos químicos. Existe uma diversidade de opções de plantas comestíveis e mesmo aqueles que têm optado por produtos vegetais e produtos orgânicos, muitas vezes não consideram esta vasta diversidade, porque tem como fator limitante o que é disponibilizado nos grandes mercados. Mesmo em muitas feiras orgânicas predominam os mesmos vegetais encontrados nos grandes supermercados: tomate, alface, quiabo, cenoura, couve, repolho etc.

Os vegetais de que falamos, e que acabam sendo esquecidos, são variados e podem ser encontrados nos diferentes grupos da pirâmide alimentar que incluem vegetais: cereais e pseudocereais (sorgo, arroz vermelho, amaranto), tubérculos e raízes (araruta, inhames e carás, raiz da taioba, mangarito, topinambur); frutas (frutas silvestres diversas, fruta-pão); hortaliças (taioba, bertalha, beldroega, língua-de-vaca, vinagreira, ora-pro-nobis, moringa) e leguminosas (feijão-andu ou guandu, feijão-de-asa, feijão-de-corda e feijão-fradinho, manga-lô). Uma questão relevante é que estes alimentos são comercializados quase sempre *in natura*, com algumas exceções de produtos minimamente processados, como as farinhas de ora-pro-nobis ou moringa e a fécula de araruta, por exemplo.

**Uma mesma espécie pode ter vários nomes comuns e um mesmo nome comum pode ser aplicado a mais de uma espécie. Além disso, uma espécie pode apresentar variedades que pertencem à mesma entidade botânica. Aqui algumas observações para evitar confusões:**

**Sorgo:** A espécie *Sorghum bicolor* (L.) é originária da África, mas encontramos tipos variáveis. Dois tipos mais conhecidos na agricultura tradicional são o sorgo vermelho e o sorgo branco.

**Arroz vermelho:** trata-se da mesma espécie comum que consumimos cotidianamente (*Oryza sativa* L.), mas é uma variedade que já foi muito cultivada e atualmente está em declínio. O estado da Paraíba se destaca em sua produção e na Bahia é cultivado ainda na Chapada Diamantina.

**Amaranto:** existem diversas espécies do gênero *Amaranthus* comestíveis. Algumas são exploradas como pseudocereal (*Amaranthus cruentus* L., *A. hybridus* L.), mas as folhas também são comestíveis. Estas espécies nativas (*Amaranthus deflexus* L., *A. spinosus* L., *A. viridis* L.) costumam ser chamadas de **caruru** ou **bredu**.

**Inhames:** existem várias espécies do gênero *Dioscorea* (Dioscoraceae), algumas nativas ou outras africanas ou asiáticas que são cultivadas e consumidas. Costuma-se confundir com o cará (*Colocasia esculenta*, Araceae) por conta de tratamentos regionais distintos;

**Beldroega:** nome dado principalmente à *Portulaca oleraceae*, mas também à *P. umbraticula*, ambas comestíveis e muito semelhantes morfologicamente;

**Língua-de-vaca:** nesta citação estamos nos referindo a espécies do gênero *Talinum* (em algumas regiões são conhecidas como **cariru**, **major gomes** ou **joão-gomes**);

**Ora-pro-nobis:** são diversas espécies do gênero *Pereskia*, cactáceas que apresentam folhas. Também pode ser reconhecida com os nomes de **lobrobô** ou **quiabento**;

**Feijão-de-corda e feijão-fradinho:** a espécie *Vigna unguiculata* é bem variável e são bem distintas a variedade que recebe o nome de feijão-fradinho, usada na culinária baiana e o feijão-de-corda, muito consumida no Nordeste brasileiro. Mas são da mesma espécie.

Estas espécies negligenciadas têm sido chamadas nos últimos anos de “plantas alimentícias não convencionais” e o acrônimo PANC tem se popularizado aos poucos. O termo PANC é controverso visto que muitas das espécies incluídas nesse termo, a despeito de não serem amplamente reconhecidas, podem ter fortes expressões regionais e nestas regiões os agricultores não associam estas plantas ao termo “não convencional”. São bons exemplos o jambu (*Acmella oleracea* (L.) R.K.Jansen), muito utilizada na culinária paraense; a vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), comum no Maranhão; a ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill. e *P. grandiflora* Haw.) em Minas Gerais e o butiá (*Butia* spp.); e o pinhão (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) na região Sul do país.

A presença de dados estatísticos do IBGE de algumas dessas espécies, como taioba, bertalha e caruru denota algum valor regional destas. Analisando a Tabela 1 fica claro que taioba e bertalha apresentam destaque na região sudeste e o caruru na região Norte. Segundo o pesquisador da Embrapa Hortaliças Nuno Madeira

(comunicação pessoal), há um viés nestes dados no que diz respeito ao caruru, pois o levantamento inclui tanto espécies de *Talinum* (chamadas de cariru na região Norte), quanto espécies de *Amaranthus* (essas sim, chamadas de caruru em várias regiões). Ambas têm nomes populares muito variáveis de região para região. De todo modo, está evidente que são poucas as espécies caracterizadas como PANC que apresentam dados estatísticos, pelo fato de não possuírem cadeias produtivas organizadas e abrangentes nacionalmente. Sendo assim, a presença de PANC costuma estar mais associada a produções locais de quintal ou de subsistência com comercialização de excedentes do que a cultivos comerciais.

**Tabela 1.** Produção de três hortaliças tradicionais no Brasil (número de estabelecimentos e quantidade produzida em toneladas). Fonte: IBGE, 2017.

	Bertalha		Caruru		Taioba	
	N.o estabelec.	Quant. (ton.)	N.o estabelec.	Quant. (ton.)	N.o estabelec.	Quant. (ton.)
Brasil	330	1315	1103	1420	3462	1657
Norte	2	-	957	1358	544	222
Nordeste	21	46	12	2	58	2
Sudeste	273	1245	113	52	2732	1405
Sul	19	18	15	7	35	14
Centro-Oeste	15	5	6	0	93	14

De modo geral, as espécies caracterizadas como PANC são negligenciadas pelas políticas públicas. Uma ação que ilustra aspectos positivos da valorização da agrobiodiversidade é a portaria interministerial 284 de maio de 2018 que institui a lista de espécies para fins de comercialização no âmbito das operações realizadas pelo Programa de Aquisição de Alimentos. A maioria das mais de 100 espécies dessa lista são plantas de forte expressão regional e que não possuem cadeia produtiva (BRASIL, 2018). No âmbito da pesquisa destaca-se o trabalho conduzido pela Embrapa Hortaliças, que tem entre suas linhas de pesquisa as hortaliças tradicionais (MADEIRA *et al.*, 2013). Em nível estadual identificam-se algumas ações conduzidas pelo poder público em extensão e pesquisa ou ainda em apoio ao cultivo por editais. De modo geral, as principais ações de pesquisa e extensão estão vinculadas à pesquisa ou à extensão universitária realizadas por docentes, mas cujas demandas são identificadas pelos próprios docentes destas instituições e não originadas em âmbitos superiores de decisão e fomento. Os estados de Minas Gerais e Bahia podem ser exemplos de estados com ações destacadas na valorização das PANC. Na Bahia, um movimento denominado Rede PANC Bahia tem trabalhado fortemente na difusão e popularização das PANC (ASSIS *et al.*, 2016; SOUZA e ASSIS, 2019). Nas cidades de São Paulo e Jundiaí, algumas ações têm se destacado na inserção da temática nas escolas (BADUE e RANIERI, 2018).

### Propriedades nutricionais e medicinais das PANC

As PANC merecem atenção, entre outros fatores, pelas suas propriedades nutricionais. A taioba (*Xanthosoma taioba* E.G. Gonç) apresenta altos teores de proteína e de vitamina C que supera alface, couve, brócolis, espinafre e rúcula (ARAUJO *et al.*, 2019). A bertalha (*Basela alba* L.) e o caruru (*Amaranthus dubius* Mart. ex Thell.) têm mais vitamina A e ferro que o repolho (13,6 e 8,5 vezes para vitamina A e 22 e 30 vezes para ferro, respectivamente) (HUNTER *et al.*, 2019). A bertalha também tem mais enxofre que couve e repolho (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Outra hortaliça importante é a beldroega (*Portulaca oleraceae* L.) que se destaca por seus teores de ômega 3, 6 e 9, maiores do que em espinafre (OMARA-ALWALA *et al.*, 1991; SIMOPOULOS *et al.*, 1995;

MOSQUERA, 2013; UDDIN *et al.*, 2020). A ora-pro-nobis (*Pereskia* spp), por sua vez, tem sido utilizada na alimentação e na medicina popular, sendo considerada um importante alimento funcional pela população, e se destaca pelo alto teor de proteínas e fibras que apresenta, além da presença significativa de ferro e cálcio (OLIVEIRA *et al.*, 2013; ALMEIDA *et al.*, 2014; FINK *et al.*, 2018, MADEIRA *et al.*, 2018; MORETZSOHN *et al.*, 2020). A espécie também tem sido alvo de pesquisas.

A moringa (*Moringa oleifera* L.) tem sido muito buscada como suplemento alimentar e para fins medicinais e teve sua comercialização suspensa pela ANVISA (NOTA TÉCNICA Nº 29/2019/SEI/GIALI/GGFIS/DIRE4/ANVISA) que estabeleceu “a proibição da Comercialização, Distribuição, Fabricação, Importação e Propaganda de todos os alimentos, em todas as formas de apresentação, que possuem *Moringa oleifera* em sua composição, uma vez que não há comprovação de segurança de uso desse vegetal em alimentos. A proibição se estende ao uso do insumo *Moringa oleifera* para fabricar alimentos.”. Essa normativa foi recebida com muita controvérsia, uma vez que, apesar de ser um fato que a planta passou a ser utilizada como uma panaceia sem usos comprovados, o uso alimentar dessa planta asiática é secular e suas propriedades nutricionais bem registradas (RANGEL, 1999; MOYO *et al.*, 2011; YAMÉOGO *et al.*, 2011). Desse modo, poderíamos pensar em uma analogia em que se proibisse a comercialização de maracujás se não houvesse comprovação de efeito medicinal da passiflorina ou de frangos porque não há comprovação científica que canja de galinha faz bem para saúde. A proibição da comercialização da moringa como alimento precisa e deve ser reavaliada.

Além do fato destas plantas serem excelentes fontes nutricionais e terem também atividades biológicas testadas, outras espécies reconhecidas como medicinais podem ser utilizadas na alimentação cotidiana.

#### **Importante!**

O conceito de PANC está relacionado com o fato de ser comestível e não ser amplamente conhecido. Não é o mesmo que planta medicinal. Mas vale perceber o quanto elas são valiosas para uma boa nutrição e, conseqüentemente, a manutenção da saúde.

O hibisco ou vinagreira (*Hibiscus sabdarifera* L.) tem se mostrado popular como espécie medicinal, com suas sépalas amplamente comercializadas para infusões. Essa planta de origem africana é também de reconhecido valor alimentício e suas folhas no Maranhão compõem o prato típico denominado arroz de cuxá.

Uma espécie nativa do Brasil e com alguma expressão econômica como condimentar é a *Schinus terebinthifolius* Raddi conhecida como aroeira vermelha, aroeirinha ou pimenta-rosa. Tem sido muito utilizada no paisagismo e, na Bahia, é planta ritualística de religiões afro-brasileiras e muito reconhecida como planta medicinal relacionada a afecções da pele. Segundo Camillo (2018), na medicina popular da Região Nordeste, as cascas do caule são usadas no preparo de decocções para banhos de assento, no tratamento de doenças do trato genital feminino, especialmente em parturientes, na produção de xaropes contra doenças do aparelho respiratório e é muito usada como antitérmico, contra infecções uterinas, como antirreumática e no tratamento de úlceras e feridas do estômago e da pele, acelerando o processo de cicatrização. Apesar da popularidade por estes usos, não costuma ser tão reconhecida pelo uso condimentar nas populações rurais. Por outro lado, por conta da crescente popularização gastronômica sob o nome de pimenta-rosa, tem alcançado altos preços de mercado. O estado do Espírito Santo se destaca na exploração comercial deste produto (NEVES *et al.*, 2016) que também está presente no mercado internacional, sendo que é cultivado comercialmente nas Ilhas Maurício e exportado a partir daí para o mercado Europeu (Figura 3).



**Figura 3.** Pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius*) na Europa: (A) Pimenta-rosa comercializada na França. (B) Pimenta-rosa como ingrediente de batata frita processada na Itália. Fonte: Geraldo Aquino.

A perspectiva de explorar novos sabores tem sido um atrativo para que as PANC passem a ter novos adeptos. Existem muitos cozinheiros inserindo esses produtos em seus cardápios, seja com o propósito de inovação, seja dentro do contexto da valorização de recursos e ingredientes tradicionais. Assim, em algumas localidades são organizados eventos anuais que buscam valorizar produtos locais, resultando, ao mesmo tempo, em uma movimentação do turismo gastronômico e aumento da autoestima da população local por explorar estes produtos. Três exemplos que podem ser citados são o Festival do Ora-pro-nobis em Sabará, Minas Gerais, a festa da Gila, em Bom Jesus, Rio Grande do Sul e a festa do Licuri em Capim Grosso, Bahia. Na figura 4 são mostradas imagens de pratos diversos oferecidos em um restaurante no povoado de Pompeu, no município de Sabará, Minas Gerais.



**Figura 4.** Pratos servidos no restaurante JP no Município de Sabará, Minas Gerais, contendo folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*): frango com ora-pro-nobis, ora-pro-nobis sem carne, feijão mineiro. Fonte: Geraldo Aquino.

Além dos aspectos positivos relacionados à nutrição, gastronomia e cultura alimentar, o estímulo ao consumo de PANC pode ser especialmente interessante ao produtor que teria uma diversificação de produção podendo explorar espécies que: necessitam de poucos insumos externos para sua produção; são adaptadas à produção orgânica; são cultiváveis em áreas marginais; contribuem para a estabilidade dos ecossistemas

frágeis; são integráveis ao sistema produtivo dos agricultores familiares; apresentam importância tradicional local ou regional; têm aptidão de mercado e apresentam alto valor nutritivo e/ou medicinal.

No entanto, para um resgate significativo e a ampliação da produção e do consumo de PANC são necessários estímulos de toda a cadeia, desde o produtor até o consumidor final e, certamente, um argumento dos mais consistentes para isso tem sido as propriedades nutricionais destes em relação às espécies convencionais. Isso se dá pelo fato de que estas espécies se mantêm, sobretudo, em sistemas de cultivo tradicionais ou extrativismo, relacionados à agricultura familiar que exploram basicamente recursos vegetais locais que não passaram por programas de melhoramento genético. As seleções genéticas realizadas no desenvolvimento de genótipos melhorados para a agricultura são voltadas para aspectos agrônômicos como produção e adaptabilidade a condições ambientais específicas e raramente levam em consideração os aspectos nutritivos destas plantas.

### **Considerações finais**

Na contemporaneidade, o conhecimento científico é a nossa referência para tratamentos de saúde e para as cadeias produtivas de um sistema alimentar cada vez mais ligado ao processamento de alimentos e à incorporação de alimentos nas redes de supermercados. Estudos, conhecimentos, produtos são criados e incorporados na nossa sociedade, a ciência nos diz o “que é bom” para comer, “qual é o remédio” para tratar uma doença, sendo assim, novos conhecimentos são incorporados em nossos hábitos cotidianos. Todas essas questões são importantes, valorizamos a ciência e ela avança para trazer melhorias à sociedade.

As considerações deste capítulo são referentes aos alimentos que “não estão no supermercado”, muito menos passaram por algum processamento industrial. Eles estão nos quintais, nas roças, nas florestas, são manejados por agricultores, sendo cultivados e utilizados por populações muito antes da chegada da urbanização. Além disso, mencionamos remédios caseiros que “não estão na farmácia”, muito embora sejam utilizados há muito tempo por populações rurais e incorporem sistemas de cura que primam pela prevenção e pelo alívio dos sintomas leves de uma doença.

Em contraponto à sociedade moderna, que busca seus alimentos nos supermercados e seus remédios nas farmácias, o nosso capítulo trata de sistemas “invisíveis”. As plantas são utilizadas no cotidiano de populações específicas (rurais, tradicionais) e pouco integradas ao sistema urbano. São essas populações que manejam as suas plantas e produzem uma diversidade de alimentos e remédios caseiros, pouco conhecidos, pouco estudados, com pequena disseminação na sociedade.

A complexidade de problemas decorrentes da pandemia da COVID-19 trouxe-nos o desafio de lidar com tantas restrições, de cuidar da nossa saúde e fortalecer o nosso organismo para enfrentar o coronavírus. O momento foi importante para despertar a sociedade contemporânea para a importância da prevenção, do cuidado com a saúde e da reflexão sobre o tipo de alimento adquirido e o consequente sistema alimentar que fomenta.

Ademais, a crise sanitária chama atenção para a necessidade de atuação do Estado em diversas frentes com objetivo de proteger a saúde da população, tanto na valorização das cadeias produtivas locais de produtos oriundos da sociobiodiversidade, da agricultura familiar e na valorização das feiras populares (que agora devem cumprir todos os protocolos da COVID-19), quanto na regulação acerca da publicidade agressiva da indústria alimentícia que induz ao consumo indiscriminado de alimentos ultraprocessados.

É neste sentido que sistemas alimentares sustentáveis associados à agricultura familiar, que promovem plantas medicinais e alimentícias regionais e facilmente cultivadas, são importantes de serem valorizados e fomentados em nossa sociedade. Há a necessidade de uma compreensão ampliada de saúde e de alimentação saudável, além do convencional. Essa compreensão passa pelo entendimento dos sistemas produtivos rurais

familiares e da cultura alimentar local, dos tratamentos na medicina popular que abrangem a saúde preventiva e individualizada, com tratamentos terapêuticos mais baratos, menos efeitos colaterais e de matérias primas obtidas facilmente nos quintais.

## Referências

- AHMED, S.; DOWNS, S.; FANZO, J. Advancing an integrative framework to evaluate sustainability in national dietary guidelines. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00076>. Acesso em: mai. 2021.
- ALBUQUERQUE, U. P. Etnobotânica: uma aproximação teórica e epistemológica. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 78, n. 3, p. 60-64, 1997.
- ALMEIDA, M. E. F.; JUNQUEIRA, A. M. B.; SIMÃO, A. A. *et al.* Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 1, p. 431-439, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17555>. Acesso em: mai. 2021.
- AMOROZO, M. C. M. Uso e diversidade de plantas medicinais em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 189-203, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000200006>. Acesso em: mai. 2021.
- ARAÚJO, S. S.; ARAÚJO, P. S.; GIUNCO, A. J. *et al.* Bromatology, food chemistry and antioxidant activity of *Xanthosoma sagittifolium* (L.). **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 31, n. 3, p. 188-195, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i3.1924>. Acesso em: mai. 2021.
- ASSIS, J. G. A.; GALVÃO, R. F. M.; CASTRO, I. R. *et al.* Plantas Alimentícias Não Convencionais na Bahia: uma rede em consolidação. **Revista Agriculturas**, v. 13, p. 16-20, 2016. Disponível em: [http://aspta.redelivre.org.br/files/2016/08/Agriculturas\\_V13N2-Artigo02.pdf](http://aspta.redelivre.org.br/files/2016/08/Agriculturas_V13N2-Artigo02.pdf). Acesso em: mai. 2021.
- AZEVEDO, E. Alimento Saudável para quem? **Geografares**, [S. l.], n. 25, p. 105-112, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.7147/GEO25.17377>. Acesso em: mai. 2021.
- BADUE, A. F. B.; RANIERI, G. R. **Guia prático de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) para escolas**. São Paulo: Instituto Kairós, 2018. 60 p. Disponível em: <https://institutokairos.net/wp-content/uploads/2018/06/Guia-Pratico-de-PANC-em-Hortas-Escolares.pdf>. Acesso em: mai. 2021.
- BETANCOURT, O.; MERTENS, F.; PARRA, M. **Enfoques ecossismicos en salud y ambiente: aportes teórico-metodológicos de una comunidad de práctica**. Quito: Ediciones Abya-Yala, 2016, 296 p.
- BRANDÃO, C. R. **Plantar, colher, comer: um estudo sobre o campesinato goiano**. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1981. 181 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_alimentacao\\_nutricao.pdf](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf). Acesso em 17 jul. 2021.
- BRASIL. **Guia alimentar para a população brasileira**. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL. **Portaria Interministerial nº 284, de 30 de maio de 2018**. Institui a lista de espécies da sociobiodiversidade, para fins de comercialização *in natura* ou de seus produtos derivados, no âmbito das operações realizadas pelo Programa de Aquisição de Alimentos-PAA. 2018. Disponível em: <https://www>.

[in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/29306868/doi-10.10.2018-07-10-portaria-in-terministerial-n-284-de-30-de-maio-de-2018-29306860](http://in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/29306868/doi-10.10.2018-07-10-portaria-in-terministerial-n-284-de-30-de-maio-de-2018-29306860). Acesso em: 26 mai. 2021.

- BRASIL. **Boletim epidemiológico especial 36** (COE-COVID-19 SE 52). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, 2021. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>. Acesso em: 11 mai. 2021.
- BRITO, F. O deslocamento da população brasileira para as metrópoles. **Estudos Avançados**, v. 20, n. 57, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142006000200017>. Acesso em: mai. 2021.
- CAMILLO, J. *Schinus terebinthifolia*, Aroeira Vermelha. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Org.). **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial. Plantas para o futuro: Região Nordeste**. 1. ed, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p. 401-412, 2018.
- DRUMMOND, J. A.; BARRETO, C. G. **Introdução às ciências ambientais: autores, abordagens e conceitos de uma temática interdisciplinar**. Curitiba: Appris, 2020. 153 p.
- FILHO, O. J. S.; JÚNIOR, N. N. G. O amanhã vai à mesa: abastecimento alimentar e COVID-19. **Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro**, v. 36, n. 5, e00095220, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00095220>. Acesso em: mai. 2021.
- FINK, S. R.; KONZEN, R. E.; VIEIRA, S. E. *et al.* Benefícios das Plantas Alimentícias não Convencionais - PANCs: Caruru (*Amaranthus viridis*), *Moringa oleifera* Lam. e Ora-pro-nobis (*Pereskia Aculeata* Mill). **Pleiade**, v. 12 (S1), n. 24, 2018.
- FIOLET, T.; SELLEM, L.; KESSE-GUYOT, E. *et al.* Consumption of ultra-processed foods and cancer risk: results from NutriNet-Santé prospective cohort. **BMJ (Clinical research ed.)**, 360: k322, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.k322>. Acesso em: mai. 2021.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Developing Food-Based Dietary Guidelines: a manual from English-speaking Caribbean**. Rome: FAO; 2007.
- FREIRE, M. C. M.; BALBO, P. L.; AMADOR, M. A. *et al.* Guias alimentares para a população brasileira: implicações para a Política Nacional de Saúde Bucal. **Caderno de Saúde Pública**, v. 28, (Sup), p. S20-S29, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012001300004>. Acesso em: mai. 2021.
- HLPE. **Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security**, Rome, 2014.
- HUNTER, D.; BORELLI, T.; BELTRAME, D. M. O. *et al.* The potential of neglected and underutilized species for improving diets and nutrition. **Planta**, v. 250, p. 709-729, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03169-4>. Acesso em: mai. 2021.
- IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>. Acesso em: 12 mai. 2021.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 11 mai. 2021.
- IDEC. **Tem veneno nesse pacote**. 2021. Disponível em: <https://idec.org.br/veneno-no-pacote>. Acesso em: 05 ago. 2021.
- LANA, R. M.; COELHO, F. C.; GOMES, M. F. C. *et al.* Emergência do novo coronavírus (SARS-CoV-2) e o papel de uma vigilância nacional em saúde oportuna e efetiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00019620>. Acesso em: mai. 2021.

- LOUZADA, M. L. C.; MARTINS, A. P. B.; CANELLA, D. S. *et al.* Alimentos ultraprocessados e perfil nutricional da dieta no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, n. 38, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049006132>. Acesso em: 26 mai. 2021.
- MACHADO, P. P.; OLIVEIRA, N. R. F.; MENDES, A. N. O indigesto sistema do alimento mercadoria. **Saúde Soc. São Paulo**, v. 25, n. 2, p. 505-515, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902016151741>. Acesso em: mai. 2021.
- MADEIRA, N. R.; SILVA, P. C.; BOTREL, N. *et al.* **Manual de Produção de Hortaliças Tradicionais**. Brasília, DF: Embrapa, 2013, 155 p.
- MADEIRA, N. R.; GONÇALVES, N. B.; AMARO, G. B. *et al.* *Pereskia aculeata*, Ora-pro-nobis. In: CO-RADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Org.). **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial. Plantas para o futuro: Região Nordeste**. 1. ed., Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p. 401-412, 2018.
- MALTA, D. C.; GOMES, C. S.; BARROS, M. B. A. *et al.* Doenças crônicas não transmissíveis e mudanças nos estilos de vida durante a pandemia de COVID-19 no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, e210009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720210009>. Acesso em: 26 mai. 2021.
- MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 24, n. 11, p. 4251-4262, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182411.30572017>. Acesso em: mai. 2021.
- MENDONÇA, R. D.; PIMENTA, A. M.; GEA, A. *et al.* Ultraprocessed food consumption and risk of overweight and obesity: the University of Navarra Follow-Up (SUN) cohort study. **The American journal of clinical nutrition**, v. 104, n. 5, p. 1433-1440, 2016. DOI: 10.3945/ajcn.116.135004.
- MENEGASSI, B.; ALMEIDA, J. B.; OLIMPIO, M. Y. M. *et al.* A nova classificação de alimentos: teoria, prática e dificuldades. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 23, n. 12, p. 4165-4176, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182312.30872016>. Acesso em: mai. 2021.
- MORETZSOHN, M. C.; SILVA, D. B.; INGLIS, P. W. *et al.* **Caracterização molecular da coleção de germoplasma de ora-pro-nóbis (*Pereskia* spp.) da Embrapa**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - Série Embrapa. Brasília: Embrapa, 2020.
- MOSQUERA, S. M. E. Purslane (*Portulaca oleracea* L.) an excellent source of omega-3 and omega-6 fatty acids with abatement of risk factors. **Dissertação** (Master of Science), McGill University, Montreal, 2013.
- MOYO, B., MASIKA, P. J.; HUGO, A. *et al.* Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 60, p. 12925-12933, 2011. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/96497>. Acesso em: mai. 2021.
- NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. M.; GOMES, J. B. V. *et al.* **Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para produção de pimenta-rosa**. [recurso eletrônico]. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. 24 p.
- NOTA TÉCNICA Nº 29/2019/SEI/GIALI/GGFIS/DIRE4/ANVISA. Disponível em: <https://www.lavras.mg.gov.br/arquivos/artigos//86/61/SEIANVISA0638545NotaTcnicamoringa.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2021.
- OESTREICHER, J. S.; AMARAL, D. P.; PASSOS, C. J. S. *et al.* Rural development and shifts in household dietary practices from 1999 to 2010 in the Tapajós River region, Brazilian Amazon: empirical evidence from dietary surveys. **Globalization and Health**, v. 16, n. 36, 2020. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1186%2Fs12992-020-00564-5>. Acesso em: mai. 2021.

- OLIVEIRA, F. C. S.; BARROS, R. F. M.; MOITA NETO, J. M. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 2, n. 3, p. 282-301, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722010000300006>. Acesso em: mai. 2021.
- OLIVEIRA, D. C. S.; WOBETO, C.; ZANUZO, M. R. *et al.* Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 472-475, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/pWskby66SXBVNZLdzLgZjCm/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: mai. 2021.
- OMARA-ALWALA, T.; MEBRAHTU, T.; PRIOR, D. E. *et al.* Omega-three fatty acids in purslane (*Portulaca oleracea*) Tissues. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 68, n. 3, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02657769>. Acesso em: mai. 2021.
- PHILIPPI, S. T.; LATTERZA, A. R.; CRUZ, A. T. R. *et al.* Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 65-80, 1999. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/download/NUTRICA0/leitura%20anexa%201.pdf>. Acesso em: mai. 2021.
- PINTO, E. P. P.; AMOROZO, M. C. M.; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata atlântica – Itacaré, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 751-762, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/69131>. Acesso em: mai. 2021.
- PINTO, L. N. **Plantas medicinais utilizadas por comunidades do Município de Igarapé-Miri, Pará – Etnofarmácia do Município de Igarapé-Miri**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008. 103 f.
- POSEY, D. A. Etnobiologia: teoria e prática. In: RIBEIRO, B. **Suma etnológica brasileira – I Etnobiologia**. Petrópolis: Vozes/FINEP, p. 173-185, 1987.
- RANGEL. M. S. A. **Moringa oleifera; uma planta de uso múltiplo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. 41 p.
- RAUBER, F.; CAMPAGNOLO, P. D. B.; HOFFMAN, D. J. *et al.* Consumption of ultraprocessed food products and its effects on children's lipid profiles: a longitudinal study. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD**, v. 25, n. 1, p. 116-122, 2015. DOI: 10.1016/j.numecd.2014.08.001.
- SANTOS, F. V. “O chazinho que minha vó fazia”: Terapias alternativas e conhecimentos tradicionais amazônicos em tempos de COVID-19. 2020. In: Repositório de percepções/ILMD Fiocruz Amazônia. Disponível em: [https://amazonia.fiocruz.br/wp-content/uploads/2020/07/REPOSITORO\\_Vai-um-ch%C3%A1\\_revisado.pdf](https://amazonia.fiocruz.br/wp-content/uploads/2020/07/REPOSITORO_Vai-um-ch%C3%A1_revisado.pdf). Acesso em: 27 mai. 2021.
- SIMOPOULOS, A. P.; NORMAN, H. A.; GILLASPY, J. E. Purslane in human nutrition and its potential for world agriculture. **World Review of Nutrition and Dietetics Home**, v. 77, p. 47-74, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000424465>. Acesso em: mai. 2021.
- SOBAL, J.; KETTEL, K. L.; BISOGNI, C. A conceptual model of the food and nutrition system. **Social Science & Medicine**, v. 47, n. 7, p. 853-863, 1998.
- SROUR, B.; FEZEU, L. K.; KESSE-GUYOT, E. *et al.* Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: prospective cohort study (NutriNet-Santé). **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 365, 11451, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.11451>. Acesso em: mai. 2021.
- SOUZA, L. E. V.; ASSIS, J. G. A. Diversidade no prato: a experiência da Rede PANC-Bahia. **Revista Ingesta**, v. 1, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2596-3147.v1i2p38-48>. Acesso em: mai. 2021.

- SROUR, B.; FEZEU, L. K.; KESSE-GUYOT, E. *et al.* Ultraprocessed Food Consumption and Risk of Type 2 Diabetes Among Participants of the NutriNet-Santé Prospective Cohort. **JAMA internal medicine**, v. 180, n. 2, p. 283–291, 2020. DOI: 10.1001/jamainternmed.2019.5942.
- STEELE, E. M.; RAUBER, F.; COSTA, C. S. *et al.* Mudanças alimentares na coorte NutriNet Brasil durante a pandemia de COVID-19. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, n. 91, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054002950>. Acesso em: mai. 2021.
- UDDIN, K.; QUAN, L.; HASAN, M. *et al.* Purslane: a perspective plant source of nutrition and antioxidant. **Plant Archives**. v. 20, p. 1624-1630, 2020. Disponível em: [http://www.plantarchives.org/20-1/1624-1630%20\(5867\).pdf](http://www.plantarchives.org/20-1/1624-1630%20(5867).pdf). Acesso em: mai. 2021.
- VALADÃO, L. M.; AMOROZO, M. C. M.; MOTTA, D. G. Produção de alimentos na unidades domiciliar, dieta e estado nutricional: a contribuição dos quintais em um assentamento rural no Estado de São Paulo. *In*: ALBUQUERQUE, U. P.; ALMEIDA, C. F. C. B. R. (Org.). **Tópicos em conservação e etnobotânica de plantas comestíveis**. Pernambuco: NUPEEA, p. 93-118, 2006.
- VALADÃO, L. M. Abordagem prática de pesquisa em ecossáude: teoria, métodos e aplicações. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, p. 1-3, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00130618>. Acesso em: mai. 2021.
- WOORTMANN, K. Quente, frio e reimoso: alimentos, corpo humano e pessoas. **Caderno Espaço Feminino**, v. 19, n. 1, 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/neguem/article/view/2102>. Acesso em: mai. 2021.
- YAMÉOGO, C. W.; BENGALY, M. D.; SAVADOGO, A. *et al.* Determination of Chemical Composition and Nutritional Values of *Moringa oleifera* Leaves. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 10, n. 3, p. 264-268, 2011. DOI: 10.3923/pjn.2011.264.268.

## **CAPÍTULO 09**

### **A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NO COMBATE ÀS PANDEMIAS**

Dr. Jeferson Gabriel da Encarnação Coutinho

# A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NO COMBATE ÀS PANDEMIAS

Jeferson Gabriel da Encarnação Coutinho<sup>15</sup>

## RESUMO

A pandemia pela COVID-19 fez emergir preocupações em diversos setores da sociedade. À medida que a doença se alastrou pelo mundo, diversos campos da ciência se mostraram necessários não apenas para buscar soluções no campo da saúde individual e coletiva, como também para compreender de que modo podemos pensar sobre a prevenção de novos cenários devastadores como o que se vive na atualidade. A Ecologia, ramo da ciência que busca fundamentalmente entender os fatores que regulam a diversidade da vida no planeta, tem importantes contribuições no planejamento de cenários que diminuam a chance de novas pandemias emergirem. Neste capítulo, discutimos como o Brasil vem conduzindo a ocupação dos diferentes biomas nacionais, indicando as principais atividades que contribuem para a descaracterização da nossa biodiversidade. Em seguida analisamos como que o tratamento dado a esses biomas pode comprometer a manutenção de serviços ecossistêmicos fundamentais à sobrevivência humana no planeta, a exemplo do papel regulador de doenças zoonóticas emergentes. Apontamos alguns dos serviços ecossistêmicos essenciais que estão sendo negligenciados com o nosso modelo de desenvolvimento econômico. Por fim, destacamos a importância de se repensar a forma de ocupação e uso da terra, de modo a aumentar as chances de sobrevivência das espécies e da trama de relações ecológicas que permitem a coexistência de humanos e espécies silvestres sem que haja ameaça de novas pandemias no planeta.

**Palavras-chave:** Barreira biológica, COVID-19, Desmatamento, Ecologia, Mutação, Serviço ecossistêmico.

---

<sup>15</sup>Doutor em Ecologia e graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Pesquisador no Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estudos Inter e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução (INCT-IN TREE). Integra o grupo de pesquisa Ecologia, Saúde e Meio Ambiente e é docente de Biologia, lotado no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTSBio), do Instituto Federal da Bahia (IFBA), campus Salvador. E-mail: jefersongabriel@ifba.edu.br.

## Problemas ambientais no Brasil

O Brasil possui mais de 8 milhões de quilômetros quadrados de área e, nessa imensidão de proporções continentais, há o abrigo de seis biomas terrestres, sendo Amazônia (correspondendo a 49,29% do território), Cerrado (correspondendo a 23,92% do território), Mata Atlântica (correspondendo a 13,04% do território), Caatinga (correspondendo a 9,92% do território), Pampa (correspondendo a 2,07% do território) e Pantanal (correspondendo a 1,76% do território) (CBD, 2008). O país abriga mais de 115 mil espécies de animais descritas, das quais a maioria está no grupo dos invertebrados. Quando consideramos fungos e os componentes da flora, esse número ultrapassa 47 mil espécies (JOLY *et al.*, 2019). Esses componentes da biodiversidade mantêm entre si complexas relações ecológicas, sendo responsáveis pelo fluxo de energia e ciclagem da matéria nesses diferentes biomas, com implicações diretas para a sua própria sobrevivência e para a sobrevivência humana no planeta Terra.

Apesar dessa destacada importância, o país vem enfrentando sérios problemas ambientais que colocam em risco a sobrevivência dessas espécies, contribuindo de forma expressiva para o surgimento de diversos outros problemas, inclusive de emergência de epidemias e pandemias, conforme será explicado mais adiante. Para se ter uma ideia, no bioma amazônico, entre janeiro e abril de 2020, pouco mais de 1.200 quilômetros quadrados de floresta foram destruídos, o que corresponde a um aumento de 55% em relação ao mesmo período de 2019. Mais surpreendente é verificar que cerca de 80% da madeira retirada na floresta amazônica, destinada ao mercado nacional e internacional, é proveniente de fontes ilegais e predatórias, com intensa descaracterização de terras indígenas e outras áreas também protegidas por lei (BROWN e ALBRECHT, 2001; RAMALHO *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2015). O Brasil detém cerca de 69% da área amazônica e 65% da área desmatada está sendo utilizada para a criação de gado. Esse cenário não só empobrece o território brasileiro em termos de espécies silvestres perdidas, como destrói o legado sociocultural dos povos tradicionais inseridos nesses contextos.

Quando analisamos os demais biomas percebemos cenários semelhantes. O Cerrado brasileiro, por exemplo, berço das águas do Brasil, que contribui de forma expressiva para a formação de importantes bacias hidrográficas, a exemplo da bacia do Araguaia/Tocantins, São Francisco, Paraná/Paraguai, Amazonas e Atlântico Norte/Nordeste, já perdeu mais de 60% de sua cobertura original (MACHADO *et al.*, 2004). Essa função se dá pela sua posição estratégica e formação vegetal com raízes profundas que conduzem grande fluxo de água para os lençóis freáticos, contribuindo para a recarga de aquíferos e formação dos rios. Entretanto, a agricultura de grande porte e a mineração figuram hoje como importantes ameaças à manutenção da integralidade do bioma. Situação parecida é verificada no bioma Caatinga, que tem menos de 2% de sua área protegida na forma de unidade de conservação (LACERDA, 2015). Trata-se do único bioma estritamente brasileiro, abrangendo os estados nordestinos do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Corresponde a 70% da Região Nordeste e 11% do território nacional, abrigando uma rica e exuberante fauna e flora, mas que também vem sofrendo, principalmente, com a agricultura intensiva (SEABRA, 2017).

Os Pampas Gaúchos, a Mata Atlântica e o Pantanal são biomas que também correm perigo frente ao modelo de desenvolvimento econômico adotado no Brasil, pautado na exploração predatória dos recursos naturais e substituição massiva de ambientes prístinos em pastos, áreas agrícolas ou áreas de mineração. Para se ter noção, os Pampas já perderam 54% de sua cobertura vegetal original e a região responde hoje por 40% da emissão de todo o metano, gás que contribui para o aumento do efeito estufa, que o território brasileiro emite para atmosfera (IBGE, 2004). A Mata Atlântica, desde a chegada dos portugueses ao Brasil, é o bioma que, proporcionalmente, mais sofreu devastação no território brasileiro. Do total de 1.300.000 km<sup>2</sup>, apenas 7,6%

se encontram preservado (LIMA e CAPOBIANCO, 1997). Trata-se de uma floresta tropical altamente fragmentada e com diferentes estágios de sucessão, estando alguns fragmentos conservados por serem impróprios para agricultura. Essa intensa fragmentação gera ilhas isoladas, onde o fluxo gênico pode ser interrompido conduzindo à extinção local de diversas espécies, em especial daquelas que necessitam de áreas mais conservadas para a sua manutenção (SOUZA, 1997). Já o Pantanal, extensa planície de inundação, cuja maior parte está localizada no Brasil, mas também compreende terras na Bolívia e no Paraguai (FERREIRA, 2018), teve mais de 300 milhões de hectares queimados em 2020. Esse cenário levou à morte de diversos animais, plantas e outros componentes da biodiversidade.

O cenário exposto acima pode nos conduzir a uma pergunta óbvia que é: o que a destruição dos biomas tem a ver com a emergência de pandemias? Para responder a essa pergunta, precisamos primeiramente avaliar com mais profundidade o que esses biomas proveem para a sustentação da vida.

### **O papel dos serviços ecossistêmicos para a sobrevivência humana**

A conservação da diversidade biológica, ou biodiversidade, é um pressuposto fundamental para a manutenção da qualidade de vida das populações humanas. Mesmo que haja críticas em relação à visão antropocêntrica associada à visão conservacionista, essa é uma reflexão que pode nos ajudar a pensar de forma mais sistêmica. Quando nos referimos ao termo biodiversidade, estamos falando da diversidade de genes, moléculas, interações, funções, comportamentos, riqueza de espécies e até mesmo de ecossistemas inteiros. Quando consideramos ambientes mais biodiversos, uma série de benefícios podem estar associados à sua manutenção, a exemplo da maior produtividade e maior estabilidade (BEGON *et al.*, 2007), dois conceitos que merecem atenção.

Diversos estudos apontam que ambientes com maior riqueza de espécies podem apresentar maior produtividade, ou seja, a produção de biomassa por parte dos produtores costuma ser maior (DAJOZ, 2005; ODUM, 2008). Esse aspecto, por sua vez, conduz a maiores chances de manter alta diversidade também de outros níveis tróficos, aumentando a complexidade das redes de interações entre as espécies que compõem esses ambientes. O aumento da produtividade está muito associado às diferenças entre as espécies, no que tange ao uso dos recursos ambientais. Espécies distintas fazem a captação de macro e micronutrientes do solo de formas distintas, com requerimentos distintos em termos de luz solar, umidade, temperatura, dentre outros fatores. Esse conjunto de diferenças aumenta a diversidade de ocupação desses ambientes, sustentando redes de interações mais complexas, quando comparamos com ambientes mais simplificados, onde um conjunto menor de espécies esteja presente.

Ao analisar o cenário descrito acima, podemos expandir essa avaliação para o conceito de estabilidade. Quanto maior a diversidade, que vai do micro (genes e moléculas) ao macro (espécies e ecossistemas), maior será a capacidade desses ambientes de resistirem às perturbações externas, mantendo as suas propriedades mais fundamentais (BEGON *et al.*, 2007). Vamos supor, por exemplo, que uma doença causada por bactérias esteja assolando uma plantação de uma espécie hipotética A, cultivada em um esquema de monocultura, em um local que anteriormente abrigava uma diversidade maior de espécies. Via de regra, se a diversidade genética é baixa, sendo representada por uma única espécie que, nas monoculturas, geralmente, são clones umas das outras, a expectativa é que toda a plantação sofra os efeitos da doença, podendo desaparecer do cenário. Entretanto, se esta mesma bactéria adentra um ambiente mais diversificado, ainda que ela seja capaz de afetar algumas espécies ali presentes, a probabilidade desse efeito ocorrer da mesma forma para todas as espécies é muito menor. As diferenças genéticas entre essas espécies podem favorecer a manutenção daquele sistema,

mesmo que alguns indivíduos morram por conta dessa doença. Dizemos que o sistema é mais estável frente a esses eventos externos.

Na contramão dessa configuração, ambientes simplificados pela supressão de vegetação nativa, pelo uso indiscriminado dos recursos naturais ou pelo uso predatório e não planejado, podem reduzir de forma expressiva essa estabilidade. Ambientes mais simplificados tendem a ter reduzida a eficiência em que as comunidades capturam recursos essenciais, produzem biomassa e decompõem e reciclam os nutrientes essenciais (OLIVER *et al.*, 2015). Outro ponto importante é que características funcionais dos organismos têm grande impacto na magnitude das funções ecossistêmicas, podendo gerar grandes impactos pela perda de espécies (OLIVER *et al.*, 2015; COUTINHO *et al.*, 2021). Por exemplo, a eliminação de um predador de uma praga agrícola em potencial do sistema gera um impacto em série, que é o aumento desenfreado no número de indivíduos da população com potencial de ser uma praga agrícola, causando sérios impactos negativos na agricultura. Pensando neste ponto em específico, é justamente a diversidade de espécies que aumenta as chances de equilíbrio dinâmico entre predador-presa ou parasita-hospedeiro sem que haja perda da regulação do número de indivíduos dessas espécies ao longo do tempo, contribuindo para estabilidade temporal das funções que exercem na natureza.

Em uma perspectiva mais antropocêntrica, em ambientes mais conservados e, portanto, com maior biodiversidade, teremos maior oferta de serviços ecossistêmicos, um termo cunhado para fazer referência a todos os benefícios diretos que o ser humano obtém da natureza. Em uma divisão mais clássica, esses serviços podem ser classificados em: serviços de provisão, serviços de suporte, serviços culturais e serviços de regulação (COSTANZA *et al.*, 1997; DAILY, 1997; DE GROOT *et al.*, 2002; ALCAMO *et al.*, 2003). Os serviços de provisão consistem nos produtos diretos adquiridos desses sistemas, como alimento, fibra, recursos genéticos, recursos bioquímicos, recursos ornamentais, água potável, dentre outros. Já os serviços de suporte são aqueles relacionados à existência de outros serviços, tendo uma relação mais indireta com a nossa existência no planeta, como a formação dos solos, a fotossíntese, a produção primária, a ciclagem de nutrientes e a ciclagem da água. Aos serviços culturais estão relacionados valores e bens espirituais que a natureza traz para o ser humano, os sistemas de conhecimento, os valores educacionais e estéticos, a sensação de bem-estar, assim como a recreação e o ecoturismo. Por fim, os serviços de regulação estão associados a um conjunto de benefícios que aumentam a qualidade de outros serviços ou que tornam possível a existência de outra rede de benefícios, destacando a regulação da qualidade do ar, do clima, da água, de ameaças naturais, o serviço de polinização e a regulação de pragas e doenças. Pensando nesse último benefício, pragas e doenças causadas por vírus e bactérias sempre existiram na história da vida do ser humano no planeta, sendo a perda do controle de sua disseminação o ponto central da nossa preocupação.

### **O que temos de evidência na relação ambiente x saúde – foco nas pandemias**

Muitos vírus estão em íntima associação com animais silvestres e tal associação ocorre já há muitos anos, coexistindo em uma dinâmica que, raramente, causa algum problema de saúde para esses animais. São diversas as espécies de animais cujos indivíduos mantêm em seus corpos uma gama variada de espécies virais que vivem em uma relação que não gera malefícios, sendo estes indivíduos denominados animais reservatórios (FRENCH e HOLMES, 2019). O conceito de animal reservatório nos diz sobre um tipo de relação na qual um animal abriga um ou mais elementos da microbiota, sem que estes organismos lhe causem danos profundos ou alterem o número de indivíduos da sua população (ÁVILA-PIRES, 1989). Essa convivência implica a adaptação mútua e convivência duradoura de hospedeiros com sua microbiota individual. Esse é um ponto

crucial, pois, de forma alguma devemos pensar que os animais reservatórios são veículos de microrganismos mortais que estão prontos para devastar a humanidade, já que para se tornarem patogênicos, esses agentes invisíveis a olho nu precisam romper barreiras biológicas até chegarem em nossos corpos e causarem algum problema, como é o caso da COVID-19. Voltarei a esse ponto mais adiante.

Cada animal reservatório deve ser considerado como um ecossistema, com uma miríade de fatores que regulam a existência e a atividade da microbiota que abrigam. Obviamente que, nesta dinâmica entre hospedeiro e parasita, nem sempre a relação será isenta de danos ao hospedeiro (ÁVILA-PIRES, 1989). Ao longo das gerações, um ou outro indivíduo mais debilitado, por características genéticas ou por alguma injúria sofrida, pode vir a adoecer e até morrer em decorrência do desenvolvimento de alguma doença parasitária, mas, na regra, esses animais reservatórios tendem a manter uma relação equilibrada com sua microbiota. Entretanto, como qualquer ser vivo, os componentes dessa microbiota estão em constante evolução, o que perpassa diversas mutações aleatórias em seu material genético. Dentre essas variações, algumas podem ser mais deletérias para o hospedeiro recorrente ou pode ser o suficiente para gerar sérios problemas para um hospedeiro não usual, fato que ocorreu com a dinâmica evolutiva do SARS-CoV-2 (LI *et al.*, 2020). A passagem de um parasita de um animal (reservatório) para outro (novo hospedeiro) envolve mecanismos complexos de mudança e adaptação ao novo cenário de infecção e, dentro da aleatoriedade das mutações, algumas podem ser muito bem-sucedidas na manutenção da existência do vírus e sua disseminação. Obviamente que a exposição ao risco, por sua vez, precisa ser avaliada de acordo com o comportamento social, de crenças e credices, de hábitos nacionais e regionais, de tradições familiares, de atividades ocupacionais profissionais ou lúdicas, de uma gama de fatores culturais, bem como de fatores ecológicos. Apesar da relevância de todos eles para entender de forma mais completa o fenômeno da pandemia, vou me ater aos fatores ecológicos, em função de registros sistematizados que vem ocorrendo desde a década de 40.

Nas últimas sete décadas vimos a gripe asiática matando mais de 100 mil pessoas, a gripe de Hong Kong também matando mais de 100 mil pessoas, o HIV matando mais de 30 milhões de pessoas, gripes aviárias e suína matando mais de 17 mil pessoas e, no momento mais atual, uma estimativa de mais de 6 milhões de pessoas mortas pela COVID-19. Grande parte de todas essas doenças são oriundas de vírus que, historicamente, habitavam os corpos de animais sem lhes causar danos (RICON-FERRAZ, 2020). Entretanto, em função do histórico de desmatamentos, queimadas, industrialização e conversão de grandes áreas pristinas em ambientes mais simplificados, animais silvestres passaram a ter contato de forma muito expressiva com os seres humanos, em busca de abrigos, locais para acasalamento e até mesmo recursos alimentares (BLOOMFIELD *et al.*, 2020). Para ilustrar esse fenômeno, podemos pensar no caso do Ebola. Trata-se de uma doença que se caracteriza, principalmente por uma febre grave do tipo hemorrágica, transmitida por um vírus do gênero *Filovirus*, altamente infeccioso, que desenvolve seu ciclo em animais. Há cinco espécies diferentes desse vírus, que recebe o nome do local onde foi identificado: Zaire, Bundibugyo, Costa do Marfim, Sudão e Reston. Um estudo realizado em 2016 mostrou que a frequência de casos de contaminação foi maior em regiões da África central e ocidental que haviam sido desmatadas recentemente (WALLACE *et al.*, 2016). Esse vírus é transmitido através de morcegos que, quando não dispõem de florestas para se abrigar e comer, ocupam ambientes que passaram a ser urbanizados. O nosso comportamento de tocar nesses animais, tentando afugentá-los ou simplesmente comer algum alimento que teve contato com a saliva deles, pode ser o suficiente para que haja o contato com uma grande população desse e de outros vírus que estejam presentes nesses animais (BLOOMFIELD *et al.*, 2020). A partir desse contato, a dinâmica da evolução viral não para, podendo gerar variantes mortais, como é o caso não apenas do Ebola, como também do Vírus Nipah (principalmente na Malásia e em Bangladesh), do Marburg (curiosamente, na África oriental) e do SARS-CoV-2, que começou na China, mas

alcançou todo o planeta. Dizemos que houve nesses casos a quebra da barreira biológica entre as espécies, com os vírus circulando agora entre os indivíduos da espécie humana.

Ao suprimirmos a vegetação nativa, convertemos esses espaços em locais onde muitas atividades facilitadoras de transmissão de vírus podem ocorrer, como muito provavelmente aconteceu entre os anos de 2002 e 2003, com a emergência da síndrome respiratória aguda grave (SARS, na língua inglesa). Seja para a criação de gado ou condução de práticas agrícolas em moldes predatórios, através do plantio de monocultivos e redução abrupta de habitats para as espécies silvestres, esses espaços se tornam incompatíveis com o controle de potenciais doenças para os humanos. Além disso, o comércio ilegal de animais silvestres capturados nos antigos ambientes prístinos, ficando estes enjaulados ao lado de animais domésticos, cria cenários altamente propícios para a disseminação desses vírus, o que contribui de forma expressiva para a quebra das barreiras biológicas e emergência de novas epidemias e pandemias.

Em um estudo de modelagem realizado por Prist *et al.* (2021), foi verificado que a recuperação de 6 milhões de hectares na Mata Atlântica diminuiria em até 90% a abundância de roedores, reduzindo o risco de até 2,8 milhões de pessoas serem infectadas pelo Hantavírus, que são responsáveis pela Síndrome Cardiopulmonar Pelo Hantavírus (SCPH) e pela Febre Hemorrágica com Síndrome Renal (FHSR). Esses roedores, na ausência de grandes predadores que controlem sua população, se proliferam de forma exacerbada e invadem propriedades agropecuárias, aumentando as chances de contato com os seres humanos. O mesmo raciocínio vale para outros vírus com ciclo zoonótico, dado aumento na probabilidade de encontro com seres humanos quando o número de indivíduos nas populações dos animais reservatórios não é adequadamente controlado. Para que as redes de interação predador-presa se mantenham na natureza, a integridade desses ambientes deve ser priorizada, pois, do contrário, sempre seremos surpreendidos com a emergência de novas epidemias e pandemias.

Diante do exposto, não temos como barrar a dinâmica evolutiva dos vírus, pois mutações sempre vão ocorrer e algumas podem dar origem a variantes, cepas e até novas espécies com potencial de causar sérias doenças nos humanos. Entretanto, podemos barrar a disseminação desses agentes patogênicos entre nós. No que pese a importância dos aspectos culturais nas diferentes sociedades ao redor do mundo, a proteção dos ambientes prístinos sempre será uma medida de extrema relevância. Cada relação ecológica existente na natureza se moldou em milhões de anos de evolução, sendo necessária a sua manutenção para a garantia da nossa própria sobrevivência. Além desses ambientes conservados abrigarem as espécies de animais reservatórios, eles garantem a regulação da população desses animais, basicamente por manterem também a população de predadores, dentro de um equilíbrio dinâmico desejável. Esse cenário contempla um importante serviço ecossistêmico atrelado à nossa sobrevivência no planeta. Um ecossistema conservado traz um conjunto incomensurável de benefícios para a permanência da espécie humana no planeta e, um modelo de desenvolvimento econômico que seja, de fato, sustentável, deve primar pela conservação dos ambientes prístinos.

Retornando à situação em que se encontram os biomas brasileiros, parece que estamos indo na contramão dessa recomendação, haja vista os baixos percentuais de áreas conservadas no território brasileiro e aumento desmedido das fronteiras agropecuárias. Nesse atual cenário, não seria uma surpresa se o país se tornasse o epicentro de uma nova pandemia, já que a biodiversidade brasileira abriga uma infinidade de agentes potencialmente patogênicos e que, hoje, não conseguimos mensurar a diversidade e o real impacto que poderiam causar na saúde pública. Nesse sentido, algumas recomendações gerais para reverter essa situação seriam: 1) aumentar o rigor na fiscalização, impedindo o aumento desenfreado de novas fronteiras agrícolas; 2) recuperar áreas degradadas, reconvertendo-as em ambientes capazes de prover a manutenção de animais reservatórios e seus predadores; 3) adotar, em larga escala, modelos de agricultura e pecuária mais diversificados, de modo a

evitar a exaustão de recursos naturais e desmatamento excessivo; 4) primar por modelos de cidades que possam manter áreas naturais dentro e no entorno dos seus limites geográficos, de modo a diminuir o contato com a fauna mais urbanizada. Obviamente que se trata de quatro recomendações gerais na esfera ecológica, o que não diminui a importância de outras variáveis associadas à emergência de novas pandemias. Nesse sentido, é possível pensar em um futuro menos distópico, no qual possamos vislumbrar formas de uso e ocupação do solo menos danosa para a nossa própria existência no planeta.

## Referências

- ALCAMO, J.; ASH, N. J.; BUTLER, C. D. *et al.* **Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment**. Millennium Ecosystem Assessment. Washington: Island Press, 2003. 246 p.
- ÁVILA-PIRES, F. D. Zoonoses: hospedeiros e reservatórios. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 5, n. 1, p. 82-97, 1989. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1989000100007>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a Ecossistemas**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2007. 740 p.
- BLOOMFIELD, L. S. P., MCINTOSH, T. L.; LAMBIN, E. F. Habitat fragmentation, livelihood behaviors, and contact between people and nonhuman primates in Africa. **Landscape Ecology**, v. 35, p. 985-1000, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10980-020-00995-w>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- BROWN, J. C.; ALBRECHT, C. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil: deforestation and stingless bees. **Journal of Biogeography**, v. 28, p. 623-634, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00583.x>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- CBD. **Country monitoring report on Brazil** – Independent monitoring of the implementation of the Expanded Work Programme on forest biodiversity of the Convention on Biological Diversity (CBD POW), 2002-2007. Asunción: Global Forest Coalition, 2008. 19 p. Disponível em: <https://www.globalforestcoalition.org/wp-content/uploads/2010/11/IM-Report-Brazil.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R. S. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/387253a0>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- COUTINHO, J. G. E.; HIPÓLITO, J.; SANTOS, R. L. S. *et al.* Landscape structure is a major driver of bee functional diversity in crops. **Frontiers in Ecology and Evolution**, 9:624835, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.624835>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- DAILY, G. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystem**. Washington: Island Press, 1997. 415 p.
- DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia Geral**. 7. ed. Rio de Janeiro: Artmed, 2005. 519 p.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods, and services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393-408, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7). Acesso em: 28 mai. 2021.
- FERREIRA, P. A.; BOSCOLO, D.; CARVALHEIRO, L. G. *et al.* Responses of bees to habitat loss in fragmented landscapes of Brazilian Atlantic Rainforest. **Landscape Ecology**, v. 30, p. 2067-2078, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-015-0231-3>. Acesso em: 28 mai. 2021.

- FERREIRA, S. W. T.; LARCHER, L.; RABELO, A. P. C. Análise da distribuição espaço-temporal dos focos de incêndio no Pantanal (2000-2016). **Anais 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Jardim, MS, 20 a 24 de outubro 2018. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 563-573, 2018.
- FRENCH, R. K.; HOLMES, E. C. An Ecosystems Perspective on Virus Evolution and Emergence. **Trends in Microbiology**, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2019.10.010>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- IBGE. Mapa de Biomas e de Vegetação. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.html>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- JOLY, C. A.; PADGURSCHI, M. C. G.; PIRES, A. P. F. *et al.* Apresentando o Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. In: JOLY, C. A. *et al.* (Eds.). **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. São Carlos: Editora Cubo, p. 6-28, 2019.
- LACERDA, P. B. Meio Ambiente e Bioma Caatinga: vivências educativas no ensino de Biologia em uma escola pública de São José dos Cordeiros – PB. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015. 95 f.
- LI, Q.; GUAN, X.; WU, P. *et al.* Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. **The New England Journal of Medicine**, 382:1199-1207, 2020. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa2001316>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- LIMA, A. R.; CAPOBIANCO, J. P. R. (org. e autor). **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação**. São Paulo: Instituto Socioambiental - Documentos do ISA, n. 4, 1997.
- MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P. *et al.* **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília: Conservação Internacional, 2004.
- ODUM, E. **Fundamentos em Ecologia**. São Paulo: CENGAGE. Learning, 2008. 612 p.
- OLIVER, T. H.; HEARD, M. S.; ISAAC, N. J. B. *et al.* Biodiversity and resilience of ecosystem functions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 30, p. 673–684, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2015.08.009>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- PRIST, P. R.; PRADO, A.; TAMBOSI, L. R. *et al.* Moving to healthier landscapes: Forest restoration decreases the abundance of Hantavirus reservoir rodents in tropical forests. **Science of the Total Environment**, v. 752, 141967, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141967>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- RAMALHO, A. V.; GAGLIANONE, M. C.; OLIVEIRA, M. L. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 95-101, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000100022>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- RICON-FERRAZ, A. As grandes pandemias da história. **Revista de Ciência Elementar**, v. 8, n. 2, p. 25, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.24927/rce2020.025>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- SEABRA, G. **Educação ambiental: natureza, biodiversidade e sociedade**. Ituiutaba: Barlavento, 2017. 1.703 p.
- SOUZA, L. M. I. Estrutura genética de populações naturais de *Chorisia speciosa* St. Hill. (Bombacaceae) em fragmentos florestais na região de Bauru (SP) - Brasil. **Dissertação de Mestrado** - ESALQ/USP, Piracicaba, 1997. 76 f.
- WALLACE, R.; BERGMANN, L.; HOGGERWERF, L. *et al.* Ebola in the Hog Sector: Modeling Pandemic Emergence in Commodity Livestock. In: WALLACE, R. G.; WALLACE, R. (Eds.). **Neoliberal Ebola**. Springer, 2016. p. 13-53. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40940-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40940-5_2). Acesso em: 28 mai. 2021.

## **CAPÍTULO 10**

### **MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE EM TEMPOS DE PANDEMIA**

Dr<sup>a</sup>. Juliana Silvestre Silva

# MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE EM TEMPOS DE PANDEMIA

Juliana Silvestre Silva<sup>16</sup>

## RESUMO

Ao longo da história da humanidade, a natureza sofreu os efeitos da interferência antrópica, mas foi a partir da segunda metade do século XX que a exploração dos recursos naturais começou a se tornar insustentável. A partir daí percebeu-se a necessidade de uma permanência mais sustentável no planeta, mas para que isso seja possível os impactos ambientais causados pela produção industrial devem ser minimizados ao máximo, por meio de ações baseadas na sustentabilidade ecológica. Os danos causados ao meio ambiente devido às crescentes atividades antrópicas, como o aquecimento global, a emissão de poluentes, o desmatamento e a agricultura intensiva, são cada vez maiores e contribuem para o surgimento e disseminação de surtos, epidemias e pandemias, visto que aumentam significativamente o risco de zoonoses. Mudanças episódicas no clima e nas configurações ambientais, em conjunto com mecanismos ecológicos e troca de hospedeiro, são frequentemente determinantes críticos da diversificação de parasitas, e o modo como vivemos, destruindo cada vez mais os habitats naturais, nos coloca a cada dia mais próximos desses parasitas. Desse modo, o caminho para prevenir outras pandemias é cumprir as metas de sustentabilidade ambiental. Nesse capítulo falaremos sobre a importância de ações sustentáveis na prevenção de novas pandemias e sobre como a devastação ambiental nos coloca em risco de saúde. Veremos que, para que a história não mais se repita, são necessárias mudanças no âmbito político e social.

**Palavras-chave:** COVID-19, Desenvolvimento sustentável, Desmatamento, Mudanças climáticas.

---

<sup>16</sup>Doutora em Botânica pela Universidade de Brasília (UnB) e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). É docente substituta de Biologia (período 2019-2021), lotada no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTSBio) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Salvador. Integra o Grupo de Pesquisa Ambiente, Sustentabilidade e Paisagem (GASP), na UNEB, *campus* XI – Serrinha/BA. E-mail: julay\_silvestre@yahoo.com.br.

## Introdução

Ao longo da história da humanidade a natureza sofreu os efeitos da interferência antrópica. As modificações ocorridas no ambiente natural sempre visaram a garantia da sobrevivência da espécie humana, no entanto, a partir da metade do século XIX, a Revolução Industrial alterou o modo e o grau de exploração do ambiente. Ao mesmo tempo que essa exploração promoveu crescimento e desenvolvimento econômico, melhorando a qualidade de vida da população, com o aumento da expectativa de vida e melhorias nos ramos de transporte e alimentício, ela trouxe consequências devastadoras aos ecossistemas, como o consumo excessivo de recursos naturais, a poluição do ar, da água e do solo e a invasão e destruição de áreas florestadas para a ampliação de cidades e construção de fábricas e indústrias. Na segunda metade do século XX foram empregados mais recursos naturais na produção de bens que em toda a história anterior da humanidade e isso é bem mais do que o mundo pode regenerar (MACHADO e RICHTER, 2020).

A partir daí, temas como desmatamento, poluição de mananciais e reciclagem ganharam foco e a necessidade de uma permanência mais sustentável no e para o planeta passou a ser assunto de discussão em diversos eventos ambientais científicos, tais como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (CNUMA), realizada em Estocolmo em 1972; a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, na sigla em inglês), realizada em Brundtland no ano de 1987; a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), ocorrida em 1992 no Rio de Janeiro e conhecida como Eco-92 ou Rio-92, e seus desdobramentos: Rio+10 (Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável), ocorrida em 2002 em Joanesburgo, e Rio+20 (Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável), ocorrida no Rio de Janeiro em 2012. O objetivo central desses eventos sempre foi conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação e conservação do meio ambiente, por meio do que se chamou desenvolvimento sustentável.

## Sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e os objetivos da ONU

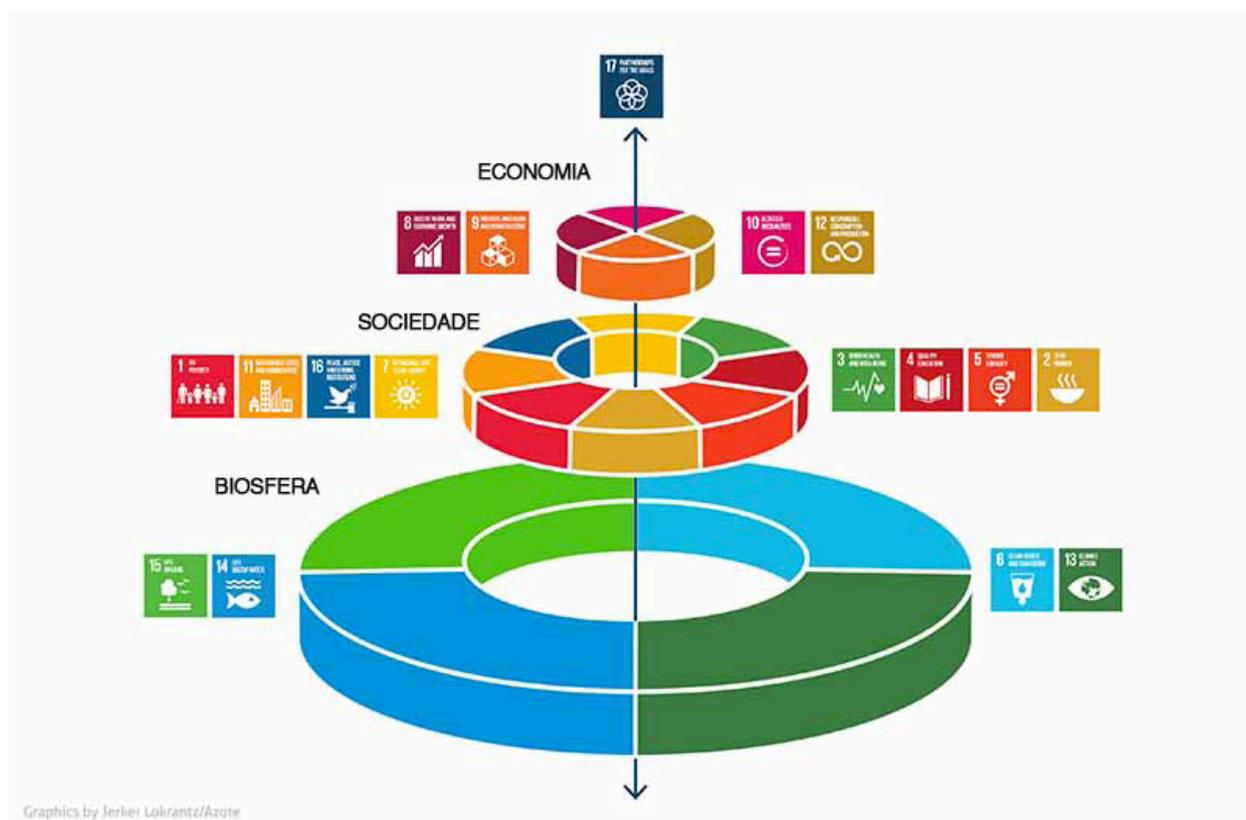
Segundo Feil e Schreiber (2017), os termos “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável”, embora muito utilizados na literatura científica, no setor privado e nas políticas públicas, ainda não possuem um conceito consensual. A expressão “desenvolvimento sustentável” foi popularizada e amplamente utilizada nas décadas de 1980 e 1990. Sua inauguração mundial ocorreu em 1987, por meio do relatório da Comissão de Brundtland, que foi responsável, no início da década de 1990, pelo aumento no número e na qualidade das legislações ambientais e dos acordos internacionais que impulsionaram mudanças na política global (ADAMS, 2006; GROBER, 2007). Já o termo “sustentabilidade” expressa a preocupação com a qualidade de um sistema que diz respeito à integração indissociável entre o ambiental e o antrópico, e abrange os aspectos ecológicos, sociais e econômicos. Logo, desenvolvimento sustentável pode ser conceituado como uma estratégia utilizada em longo prazo para melhorar a qualidade de vida (bem-estar) da sociedade e alcançar a sustentabilidade, mas sempre integrando a tríade ambiente-sociedade-economia de modo equilibrado. De um jeito mais simples podemos dizer que o desenvolvimento sustentável é o acesso para atingir a sustentabilidade. Para Brown (1981), uma sociedade sustentável é aquela que pode satisfazer as suas necessidades sem comprometer as chances de sobrevivência das gerações futuras.

Em relação ao tripé da sustentabilidade, vale considerar que o pilar social se refere a todo capital humano que está, direta ou indiretamente, relacionado às atividades antrópicas, desde os benefícios dados aos funcionários – como férias – até a oferta de um ambiente de trabalho saudável que estimule a criatividade e o

desenvolvimento pessoal e coletivo dos envolvidos. A sustentabilidade econômica consiste em produzir, distribuir e oferecer seus produtos ou serviços de forma que estabeleça uma relação de competitividade justa em relação aos demais concorrentes do mercado e que respeite o meio ambiente e os funcionários. E o desenvolvimento sustentável ambientalmente correto se refere a todas as condutas que possuam, direta ou indiretamente, algum impacto no meio ambiente, seja a curto, médio ou longo prazos (TERA AMBIENTAL, 2021). Para que este último pilar seja respeitado é necessário que o tempo da natureza seja respeitado, ou seja, os recursos naturais devem ser consumidos na medida em que a regeneração da natureza o permita.

Assim, podemos concluir que, na prática, os três elementos não devem receber o mesmo peso. Uma empresa que adota medidas mitigatórias, como, por exemplo, promover ações de plantio de árvores após a emissão de gases poluidores – como se uma coisa compensasse a outra – não está sendo ambientalmente sustentável. O desenvolvimento sustentável busca, em primeiro lugar, minimizar ao máximo os impactos ambientais causados pela produção industrial e, desse modo, a sustentabilidade ecológica deve ser a base de todas as ações.

Nesse contexto, em 2015 a ONU propôs 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) que, até o ano de 2030, deverão ser implementados pelos 193 países signatários, dentre os quais o Brasil se inclui. Os 17 objetivos, que contemplam 169 metas, são integrados, indivisíveis e refletem, de forma equilibrada, as três dimensões do desenvolvimento sustentável – economia, sociedade e biosfera (Figura 1).



**Figura 1.** Dimensões do desenvolvimento sustentável contempladas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, e indicados no plano de ação Agenda 2030. Fonte: [http://www.agenda2030.org.br/os\\_ods/](http://www.agenda2030.org.br/os_ods/).

De acordo com o relatório produzido por entidades da sociedade civil (GTSC, 2021) e apresentado, em julho de 2021, em audiência pública na Câmara dos Deputados, o Brasil não apresenta progresso satisfatório em nenhuma das 169 metas da Agenda 2030. Do total, 54,4% estão em retrocesso, 16% estagnadas, 12,4% ameaçadas e 7,7% mostram progresso insuficiente.

## Consumo excessivo e geração de lixo: bem-vindo ao Antropoceno!

O 12º objetivo de desenvolvimento sustentável que integra a Agenda 2030 busca garantir padrões de produção e de consumo sustentáveis por meio, dentre outras coisas, do uso eficiente dos recursos naturais, da redução do desperdício de alimentos, do manejo adequado de produtos químicos e da redução na geração de resíduos.

O Brasil, com seus mais de 200 milhões de habitantes, é um dos países que mais gera resíduos sólidos – materiais, substâncias e objetos descartados – cuja destinação final deveria, de acordo com a legislação e as tecnologias atualmente disponíveis, receber tratamento ambientalmente sustentável e economicamente viável, mas acabam ainda, em parte, sendo despejados a céu aberto, lançados na rede pública de esgotos ou incinerados. Entre esses resíduos estão os oriundos da construção civil, hospitalares, radioativos, agrícolas, industriais, de mineração e os resíduos sólidos urbanos (RSU), originários da limpeza urbana e do lixo doméstico. Nas cidades brasileiras, o aumento do consumo e consequente aumento de geração de RSU, aliados às práticas de descarte inadequadas, resultam em volumes crescentes de resíduos acumulados e em problemas ambientais e de saúde pública (IPEA, 2020).

Na década de 50 houve uma explosão da produção econômica, do consumo de energia e no tamanho das populações, iniciando uma abrupta modificação de processos físicos, químicos e biológicos do planeta (SYVITSKI *et al.*, 2020). Essa abrupta e significativa interferência humana no meio ambiente alcançou escala e intensidade tamanhas que, três décadas depois, um novo termo foi proposto para classificar uma nova época geológica – o Antropoceno.

Especialistas e cientistas ambientais constataram que as alterações antrópicas vêm afastando o planeta Terra do relativo equilíbrio observado desde o início do Holoceno (há 11.700 anos) e nos anos 2000 mostraram que todos os indicadores disponíveis sobre consumo de recursos primários, uso de energia, aumento populacional, atividade econômica e degradação da biosfera aumentaram de forma considerável após a Segunda Guerra Mundial. São muitos os alertas a respeito do caráter insustentável do sistema econômico ocidental e, atualmente, mesmo se fosse possível parar imediata e completamente as emissões de CO<sub>2</sub> dos países de alta renda, isso não seria o bastante para reduzir a pegada de carbono global de modo a se manter dentro dos limites impostos para a biosfera até 2050 (ISSBERNER e LÉNA, 2018).

No Brasil, só no ano de 2019, foram geradas 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, das quais 8% (6,3 milhões de toneladas) ficaram sem ser recolhidas nas cidades (ABRELPE, 2020). Ao longo dos anos, a disposição irregular de RSU tem causado a contaminação de solos, cursos d'água e lençóis freáticos, além de doenças como dengue, leishmaniose, leptospirose e esquistossomose, cujos vetores encontram nos lixões um ambiente propício para sua disseminação (IPEA, 2020). O extenso volume de resíduos ainda sem destinação adequada é a prova de que a gestão e o manejo dos resíduos no Brasil se configuram como um dos grandes desafios do saneamento básico.

Segundo Syvitski *et al.* (2020), todos os anos entre 4,8 e 12,7 milhões de toneladas de detritos de plástico poluem o ambiente em todo o planeta, sendo encontrado, inclusive, na neve do Ártico e constituindo, assim, um dos mais distintos marcadores do Antropoceno no registro geológico. Processo semelhante se verifica com milhares de contaminantes produzidos artificialmente pela indústria, dentre os quais, os poluentes orgânicos persistentes – como pesticidas organoclorados – e os compostos farmacêuticos. Os autores abordam ainda a crescente exploração dos recursos marinhos e ressaltam que em 1950 se explorava apenas 1% do alto oceano aberto para a pesca e nenhuma das espécies de interesse estava classificada como explorada, superexplorada ou colapsada, contudo, cinquenta anos depois a pesca já se estendia a 63% do alto mar, fazendo com que o

declínio de peixes marinhos alcançasse a ordem de 38% e mais de 80% das espécies de interesse econômico passassem a ser consideradas exploradas, superexploradas ou colapsadas.

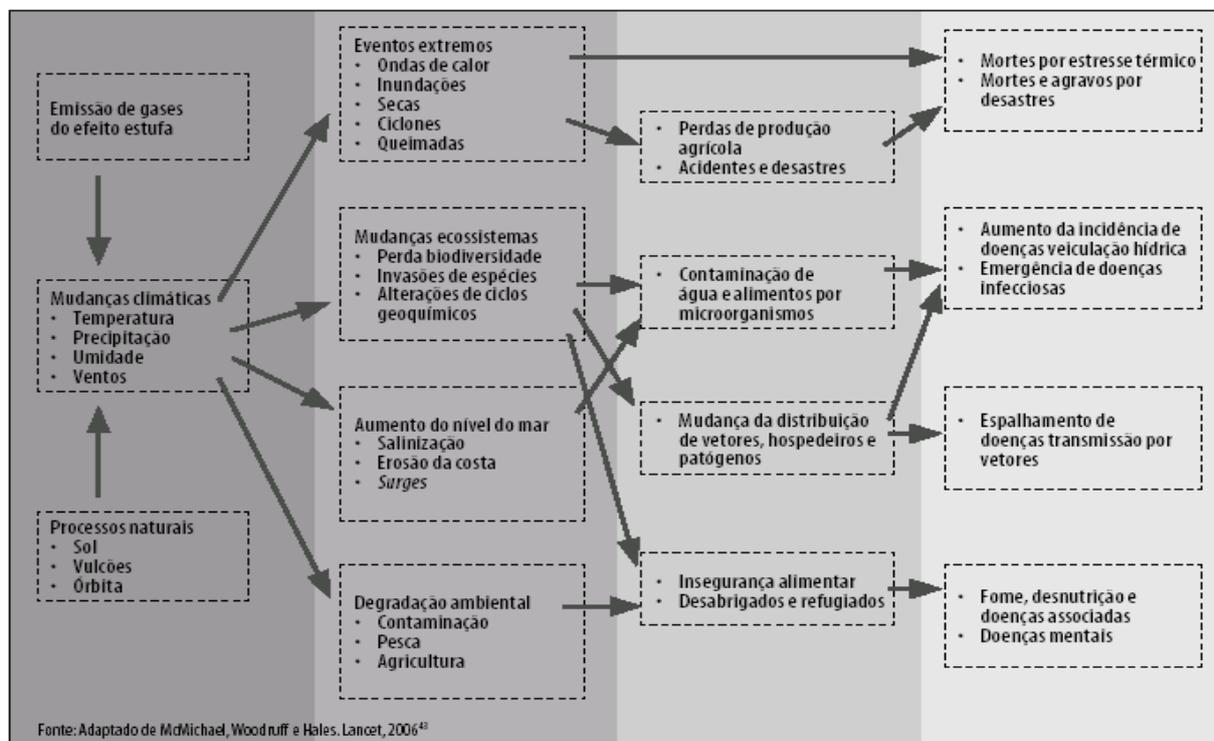
### **Alterações ambientais e o risco de pandemias**

Existem muitos fatores importantes ligados ao meio ambiente e aos danos causados a ele devido às atividades antrópicas cada vez maiores. Aquecimento global e mudanças climáticas, níveis extremos de poluentes no meio ambiente (solo, água e ar), desmatamento, fragmentação de ambientes naturais, agricultura intensiva e globalização são fatores inerentes ao Antropoceno e que contribuem para o surgimento e disseminação de pandemias. É muito claro que a propagação de novas doenças infecciosas como a COVID-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, é resultado de uma população global crescente e da superexploração de ambientes naturais. O desmatamento e o uso da terra para a agricultura intensiva aumentaram significativamente o risco de zoonoses (doenças infecciosas transmitidas entre humanos e animais domésticos ou selvagens).

Vivemos em um mundo dominado por microrganismos parasitas, como vírus, fungos e bactérias. Uma enorme quantidade não nos causa males significativos, muitos nem nos atingem, mas alguns se tornam extremamente perigosos quando entram em contato com a célula humana. Cerca de 60% das doenças infecciosas humanas que surgiram nos últimos 80 anos vieram de animais, dessas, 70% foram transmitidas por animais silvestres e o restante surgiu em animais domésticos (JONES *et al.*, 2008). Com o desmatamento crescente, espécies selvagens estão perdendo seu habitat natural e procurando abrigo nas cidades que, em contrapartida, estão adentrando as florestas. As consequências disso são: (1) o contato direto entre humano e animal aumenta, aumentando também o contato com a enorme gama de parasitas que o animal carrega em si. Esses parasitas são altamente adaptados ao organismo animal, mas no corpo humano causam sérias complicações que se dão pelo fato de não possuímos sistemas fisiológicos adaptados ao convívio com esses invasores e nem anticorpos apropriados para detê-los; (2) muitos parasitas não são capazes de infectar o humano diretamente e, por isso, a transmissão se dá de forma indireta, ou seja, com a participação de um hospedeiro intermediário. Esse hospedeiro intermediário pode ser qualquer outro animal, inclusive doméstico, e é ele quem faz a “ponte” para o agente infeccioso. Assim, mesmo que a transmissão não ocorra do animal selvagem diretamente para o humano, ela tem grandes chances de ocorrer por via indireta, visto que os animais domesticados, sejam criados em apartamentos ou fazendas, passarão também a ter contato com as espécies silvestres. Esse processo de “troca de hospedeiro” é conhecido como *spillover* – termo em inglês que pode ser traduzido como “transbordamento” e é usado no contexto da ecologia para dizer que um parasita conseguiu, por meio de mutações, se adaptar e migrar de uma espécie de hospedeiro para outra. Foi assim que aconteceu a disseminação do vírus Nipah na Malásia (PULLIAM *et al.*, 2011) e do vírus causador da COVID-19 na China; (3) o *spillover* pode ocorrer ainda por adaptação ecológica, quando o fator que possibilita a troca de hospedeiro não é inerente ao parasita, mas sim às condições ambientais.

Mudanças episódicas no clima e nas configurações ambientais, em conjunto com mecanismos ecológicos e troca de hospedeiro, são frequentemente determinantes críticos da diversificação de parasitas (HOBERG e BROOKS, 2015). Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC, na sigla em inglês (SMITH *et al.*, 2014), e a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2018), as mudanças do clima tendem a potencializar problemas de saúde preexistentes por meio de três mecanismos principais: (1) Efeitos diretos, ocasionados em decorrência de ondas de calor, secas, inundações, enchentes e tempestades; (2) Efeitos indiretos, que são as alterações que ocorrem na qualidade da água e do ar, na produção de alimentos e na ecologia de vetores que agem na transmissão de doenças; e (3) Efeitos socioeconômicos, que ocorrem através da mi-

gração de grupos que dependem dos recursos naturais, então escassos, e dos conflitos diretamente ligados às condições climáticas, como secas prolongadas. Algumas das consequências obtidas são a desnutrição (causada principalmente pela redução na oferta de alimentos na agricultura e pesca, além de problemas com doenças como diarreia) e os problemas cardiovasculares (associados principalmente a ondas de calor) e respiratórios (por meio das mudanças na qualidade do ar), impactos esses que tornam o indivíduo mais vulnerável a infecções e doenças nas suas formas mais graves (Figura 2).



**Figura 2.** Resumo esquemático das principais vias pelas quais as mudanças climáticas afetam o ambiente e a saúde da população. Fonte: Barcellos *et al.* (2009).

Outro aspecto importante relacionado às mudanças climáticas é a migração de populações animais. Não são apenas as populações humanas que buscam locais mais propícios para sua sobrevivência e essa mudança na distribuição das espécies faz com que populações que estavam isoladas em regiões diferentes do planeta entrem em contato, aumentando as chances de trocarem parasitas (*spillover*). Em outras palavras, as alterações de temperatura da Terra interrompem a estrutura do ecossistema local e permitem que agentes patogênicos e hospedeiros se movam, facilitando a disseminação de doenças emergentes. Esse processo tem explicação no Paradigma de Estocolmo, que sugere que a capacidade dos patógenos de se associarem a algum hospedeiro está relacionada às mudanças ambientais ou, ainda, que a expansão do alcance do parasita ocorre muito mais como consequência do aproveitamento das oportunidades oferecidas por um cenário de mudanças do que da evolução do próprio parasita.

A variação fenotípica acumulada durante os períodos de estabilidade ambiental aumenta a capacidade de troca de hospedeiro por ajuste ecológico durante os períodos de mudança ambiental (ARAÚJO *et al.*, 2015). Ou seja, o que ocorre é o que chamamos de adaptação ecológica (*ecological fitting*). Os efeitos das mudanças climáticas podem ser potencializados dependendo, por exemplo, das características físicas e químicas dos poluentes atmosféricos e das características climáticas como temperatura, umidade e precipitação. Estas características definem o tempo de residência dos poluentes na atmosfera, que podem ser transportados a longas

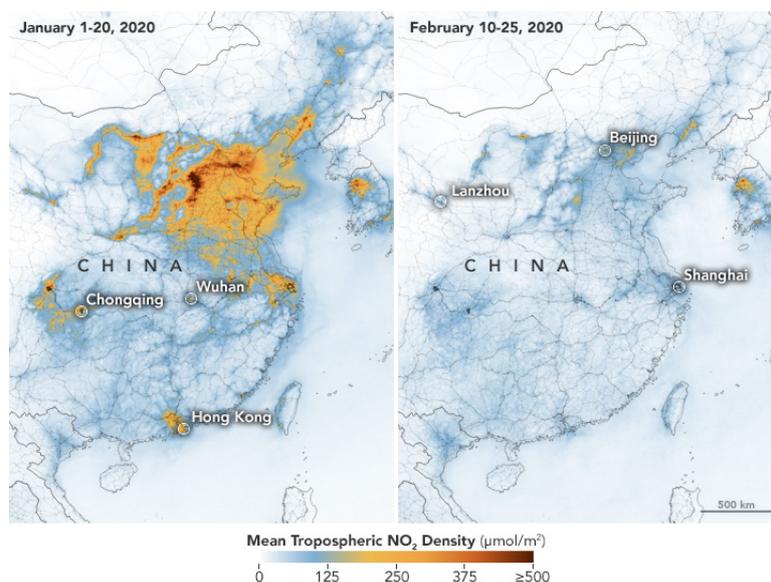
distâncias em condições de altas temperaturas e baixa umidade. Os poluentes associados às condições climáticas podem afetar a saúde de populações distantes das fontes geradoras de poluição, visto que a associação “poluente x clima” pode influenciar o transporte de microrganismos patogênicos (BARCELLOS *et al.*, 2009). Além disso, a liberação sem precedentes de poluentes recalcitrantes e xenobióticos na atmosfera, incluindo radiações, induz a ocorrência de mutação dos patógenos microbianos, resultando no desenvolvimento de novas cepas, que podem ser muito mais perigosas devido à falta de imunidade da população contra esses agentes (ARORA *et al.*, 2018). O fato é que os humanos estão perturbando os habitats dos animais selvagens e o ciclo normal dos patógenos e de seus hospedeiros, tornando-se cada vez mais suscetíveis a novas doenças – infecciosas ou não.

### A pandemia do novo coronavírus e o impacto no meio ambiente

Pandemias como a que estamos vivendo, infelizmente, já eram esperadas por autoridades e cientistas. A destruição de habitats naturais, o manuseio de carne sem os protocolos de higiene, o consumo de animais silvestres, a criação intensiva de animais domesticáveis e as mudanças climáticas são apontados como os principais causadores de pandemias, epidemias e surtos epidêmicos no mundo.

Em março de 2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou a pandemia do novo coronavírus depois de o número de casos de COVID-19 fora da China ter aumentado 13 vezes e triplicado a quantidade de países afetados. Junto com o decreto vieram as orientações a respeito das medidas de segurança e controle para conter a transmissão do vírus. As medidas de isolamento social, necessárias para achatar a curva de casos da doença, provocaram mudanças drásticas. A quarentena obrigou grande parte da população mundial a restringir suas atividades e relações sociais e, com isso, a circulação de pessoas e veículos nas ruas diminuiu significativamente, assim como as atividades industriais.

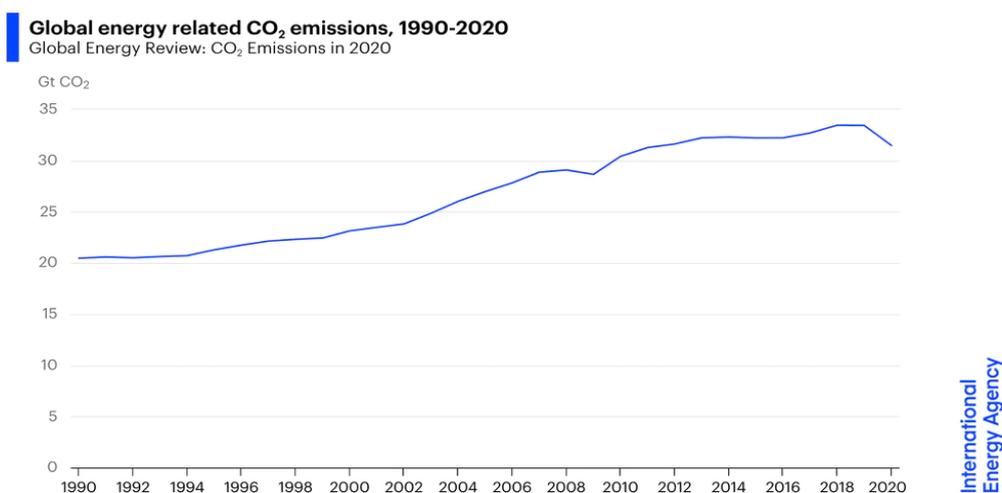
Nesse período, devido à queda no consumo de petróleo e carvão, deixou-se de emitir um milhão de toneladas de CO<sub>2</sub> diariamente no mundo, notando-se, principalmente nas grandes cidades, uma melhora na qualidade do ar (SAN MARTIN e SAN MARTIN, 2020), além de diminuição na produção de rejeitos industriais. Da mesma forma, foi verificada uma redução significativa nas emissões de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), principalmente sobre a China (DINIZ *et al.*, 2020) (Figura 3).



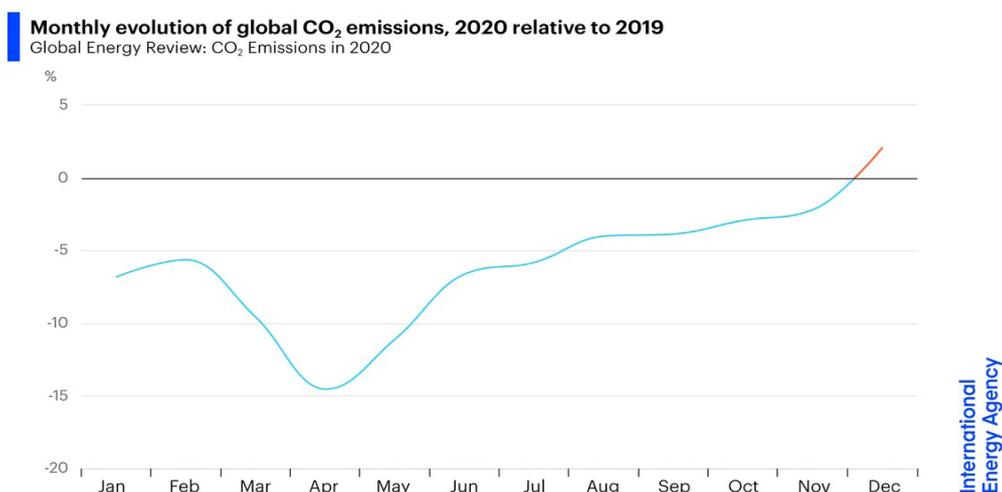
**Figura 3.** Emissões aéreas de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) na China, antes e depois da pandemia do novo coronavírus. Fonte: NASA (<https://earthobservatory.nasa.gov/images/146362>).

Em meio aos dados de redução dos níveis de poluição global, iniciaram-se questionamentos sobre até onde e quando tais mudanças permanecerão e se provocarão algum resultado permanente nos ecossistemas, além dos momentâneos. É fato que a queda da geração de poluentes atmosféricos em função da redução da circulação de automóveis e estagnação de diversas atividades industriais trouxe benefícios notáveis ao ambiente e à saúde humana, principalmente em grandes centros urbanos, todavia já esperava-se que essa redução fosse temporária, visto que as atividades suspensas geram uma demanda reprimida, tanto de circulação de pessoas quanto de produção, e o retorno da poluição ou até mesmo seu aumento viria a acontecer tão logo as atividades voltassem ao normal.

De acordo com os dados apresentados em março deste ano (2021) pela Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês), as emissões globais de CO<sub>2</sub> despencaram em quase 2 bilhões de toneladas em 2020 (Figura 4), o maior declínio absoluto da história (IEA, 2021). A maior parte disso – cerca de 1 bilhão de toneladas, que é mais do que as emissões anuais do Japão – deveu-se ao menor uso de petróleo para transportes rodoviário e aéreo. No entanto, essa queda, cuja maior baixa foi em abril de 2020, está quase sendo revertida, já que à medida que as viagens e as atividades econômicas aumentam em todo o mundo, o consumo de petróleo aumenta também. Embora a batalha mundial contra a COVID-19 esteja longe do fim, as emissões mundiais de gases do efeito estufa já se recuperaram e subiram acima dos níveis de 2019 em dezembro, com um aumento de 2% (60 milhões de toneladas), como mostra a figura 5.



**Figura 4.** Emissões globais de CO<sub>2</sub>, no período de 1990 a 2020. Fonte: IEA (2021).



**Figura 5.** Evolução mensal das emissões globais de CO<sub>2</sub>, 2020 em relação a 2019. Fonte: IEA (2021).

Segundo os registros de monitoramento, as principais economias lideraram o ressurgimento, uma vez que a recuperação da atividade econômica aumentou a demanda por energia e faltaram medidas políticas significativas para impulsionar a energia limpa. Muitas economias estão vendo as emissões subindo acima dos níveis anteriores à crise (Figura 6).



**Figura 6.** Evolução mensal das emissões de CO<sub>2</sub> nas principais economias mundiais, 2020 em relação a 2019. Fonte: IEA (2021).

As emissões na China durante todo o ano de 2020 aumentaram 0,8% (75 milhões de toneladas) em relação aos níveis de 2019, impulsionados pela recuperação econômica ocorrida ao longo do ano. A China foi a primeira grande economia a emergir da pandemia e suspender as restrições, fazendo com que sua atividade econômica e as emissões se recuperassem de abril em diante. Na Índia, as emissões ultrapassaram os níveis de 2019 a partir de setembro, à medida que as restrições foram relaxadas. No Brasil, a recuperação da atividade de transporte rodoviário após a baixa de abril levou a uma recuperação na demanda de petróleo, enquanto o aumento na demanda de gás nos últimos meses de 2020 aumentou as taxas de emissões ao longo do último trimestre. As emissões nos Estados Unidos caíram 10% em 2020, mas, mensalmente, após atingirem seus níveis mais baixos, elas começaram a se recuperar – resultado da aceleração da atividade econômica, bem como da combinação de preços mais altos do gás natural e clima mais frio, que favorece o aumento do uso do carvão (IEA, 2021).

Segundo McGain *et al.* (2021), essa antropolpausa chamada COVID-19 levou a uma redução mundial nas emissões de gases de efeito estufa em quase 9% no primeiro semestre de 2020 em comparação com 2019. No entanto, de acordo com os autores, é necessário considerar que as emissões mundiais de gases de efeito estufa precisam cair 7,5% a cada ano nesta década, se quisermos ter alguma esperança de cumprir o alerta severo do IPCC para limitar o aumento médio da temperatura superficial em não mais de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais em 2050 e evitar o colapso da civilização como a conhecemos no final deste século. As emissões do setor elétrico precisam ter declínio de cerca de 500 milhões de toneladas anuais (IEA, 2021).

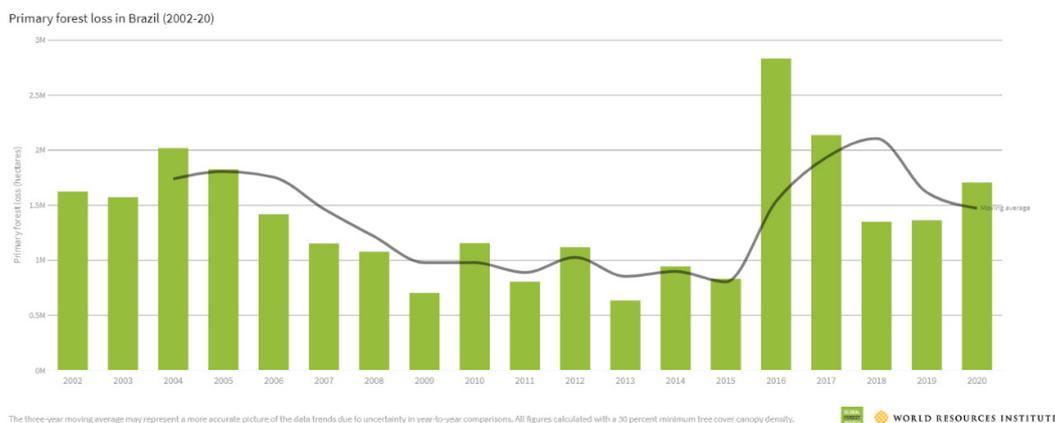
Além da diminuição dos níveis de poluição atmosférica, em muitos locais onde se adotou *lockdown* (medida de isolamento mais rígida imposta pelo Estado), foram registradas presenças de animais com risco de extinção em locais antes ocupados por uma grande quantidade de humanos. Segundo Machado e Richter (2020), eventos como esses nos leva a crer que a pandemia da COVID-19 também deve ser vista como uma oportunidade e um ponto de partida para uma mudança global no sentido de uma maior sustentabilidade ambiental, econômica e social. Contudo, se olharmos para os noticiários nacionais e internacionais, vamos perceber que a maior preocupação do setor industrial e de muitos governantes está nas consequências econômicas e sociais geradas, e dificilmente na questão ambiental.

No Brasil, a pandemia vem acentuando as desigualdades sociais e econômicas do país, afetando a renda familiar, potencializando a miséria e demandando estratégias políticas de distribuição de rendas por parte do poder público (MOURA, 2020). É em meio à pandemia que os maiores desafios, sejam ambientais, sociais e/ou econômicos, surgem. E é esse o melhor momento para pensar em sustentabilidade.

Um dos grandes desafios é o aumento na produção de lixo doméstico e hospitalar durante a quarentena. Desde o início da pandemia pelo novo coronavírus está havendo um aumento no consumo de produtos de limpeza e higiene, assim como produtos hospitalares, como máscaras cirúrgicas descartáveis, luvas e álcool 70%, o que intensifica a geração de resíduos potencialmente infectantes. A disposição inadequada destes materiais vem poluindo corpos d'água e ambientes naturais e urbanos, gerando um grande impacto negativo ao meio ambiente e à saúde pública, pois são resíduos de risco biológico. A promoção de programas educativos é extremamente necessária nessa situação, para que a população passe a optar por embalagens reutilizáveis, evite o uso excessivo de sacolas plásticas e acostume-se a separar o lixo, a fim de auxiliar na coleta seletiva e serviço de reciclagem do seu município. Além disso, um outro problema grave é o aumento do desmatamento, mesmo durante a pandemia.

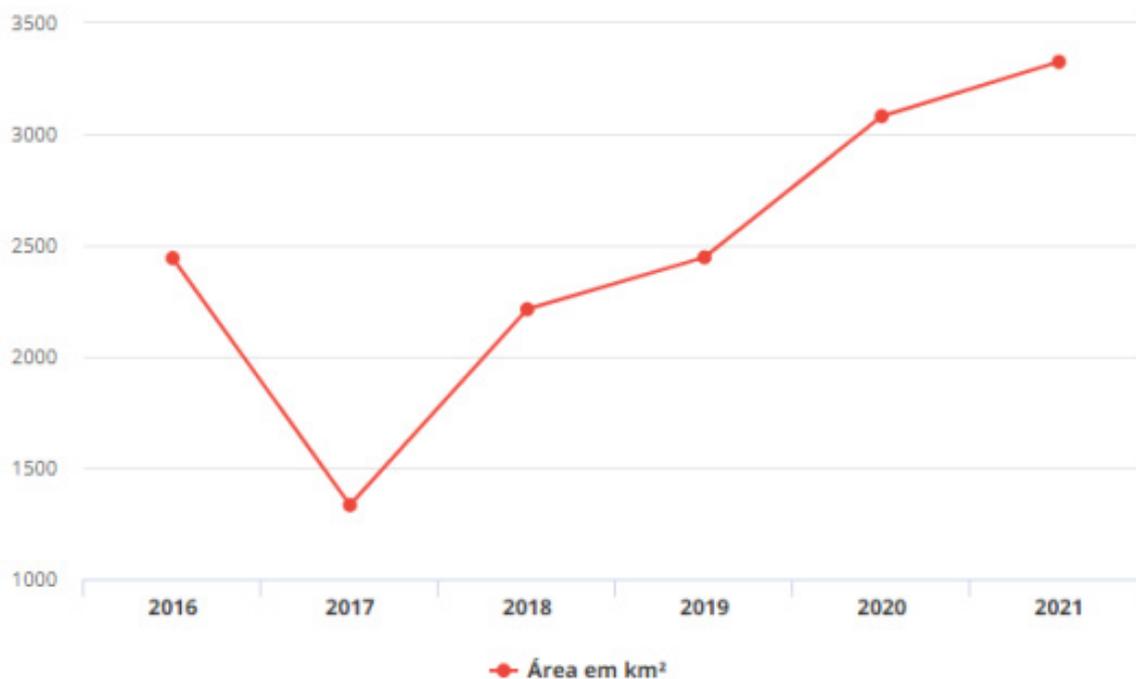
Segundo dados da Universidade de Maryland divulgados em março deste ano (2021), os trópicos perderam 12,2 milhões de hectares de cobertura arbórea em 2020, 12% mais que no ano anterior. Desse total, 34,4% ocorreram em florestas primárias tropicais úmidas, que são especialmente importantes para o armazenamento de carbono e para a biodiversidade. As emissões de carbono resultantes dessa perda equivalem às emissões anuais de 570 milhões de automóveis, mais que o dobro do número de veículos que circulam pelos Estados Unidos (WEISSE e GOLDMAN, 2021).

No Brasil, a perda de floresta primária totalizou 1,7 milhão de hectares em 2020, 25% mais quando comparado a 2019 (Figura 7) e quase toda a perda de floresta primária úmida no país ocorreu na Amazônia (1,5 milhão de hectares), valor 15% maior que o ano anterior. Os dados mostram ainda que o número de incêndios na Amazônia Brasileira também aumentou, o que é preocupante, visto que grandes incêndios raramente ocorrem em florestas tropicais úmidas, como a Amazônia. Em 2019, a maioria dos incêndios ocorreu em áreas já desmatadas, preparadas para a agropecuária, em 2020, porém, grande parte dos incêndios atingiu áreas de florestas em pé, ocasionados por ações antrópicas e agravados pelo clima seco da região. Dinâmica parecida ocorreu no Pantanal, maior planície alagada contínua do mundo. Ainda que seja apenas uma pequena parte da perda total do país, estima-se que cerca de 30% do Pantanal queimou em 2020, tendo sido atingidos diversas áreas protegidas e diversos territórios indígenas (WEISSE e GOLDMAN, 2021).



**Figura 7.** Quantidade (em hectares) de floresta primária perdida no Brasil, no período de 2002 a 2020. A linha contínua representa a média móvel dos valores. Fonte: Weisse e Goldman (2021).

De acordo com o sistema de monitoramento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a área sob alerta de desmatamento na Amazônia Legal durante o primeiro semestre deste ano (2021) é a maior em seis anos. Foram 3.325 km<sup>2</sup> entre 1º de janeiro e 25 de junho, o equivalente a mais de 2 cidades de São Paulo (DANTAS, 2021) (Figura 8). Para 2020, ano de plena pandemia da COVID-19, os dados do Sistema de Alerta de Desmatamento do Imazon indicam que, entre janeiro e dezembro, a floresta amazônica perdeu 8.058 km<sup>2</sup> de área verde, sendo a maior taxa nos últimos dez anos. Ao comparar com 2019 verifica-se um aumento de 30% (IMAZON, 2021) devido, principalmente, às reduções de fiscalizações e enfraquecimento do discurso político de proteção ambiental.

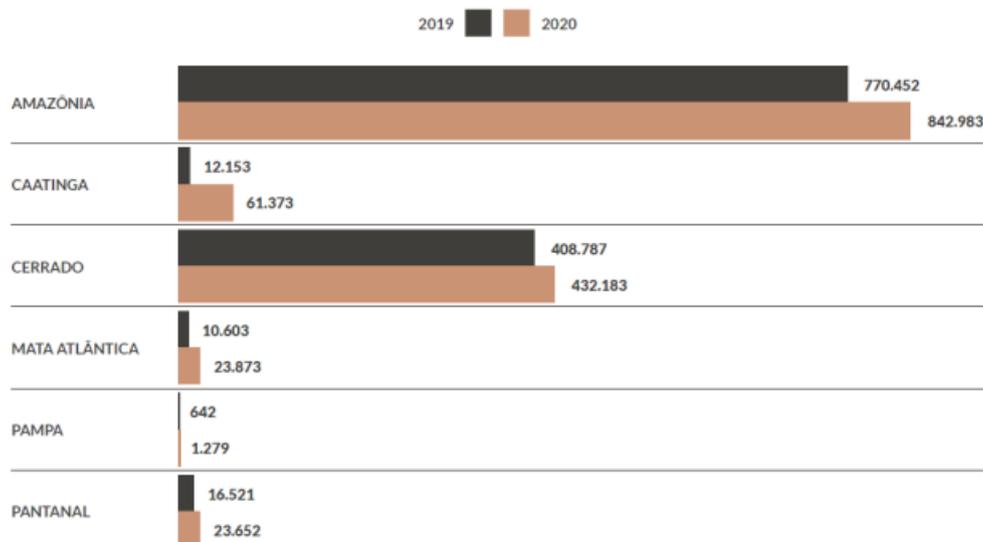


Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

**Figura 8.** Área de alertas de desmatamento na Amazônia Legal no período de 2016 (1/janeiro a 30/junho) a 2021 (1/janeiro a 25/junho). Fonte: Dantas (2021).

Nas medições do DETER/INPE (Sistema de Detecção de Desmatamentos em Tempo Real), que avalia o período de agosto a julho do ano seguinte, o incremento da taxa anual de desflorestamento foi de 34% quando comparados os períodos 2018-19 e 2019-2020, mais de 9.200 km<sup>2</sup> – área equivalente a seis vezes o tamanho do município de São Paulo (ESCOBAR, 2020). Contudo, talvez mais grave que esses dados, seja o fato de, entre meados de 2018 e início de 2021, apenas 5% da área desmatada ter sofrido alguma ação do IBAMA (multas ou embargos, por exemplo), um número que correspondeu a apenas 2% dos avisos de desmatamento em todo o país. Além disso, estima-se que 99% dos desmates feitos neste período é ilegal, ou seja, não teve autorização, estão em áreas protegidas ou desrespeitam o Código Florestal (MAPBIOMAS, 2020).

Dados do Projeto MapBiomas, uma rede colaborativa de especialistas brasileiros que analisa e acompanha os alertas de desmatamento no país, mostram que a Amazônia representa quase 61% da área atingida pelo desmatamento, seguida pelo Cerrado, com 31%. De acordo com os dados, na Mata Atlântica o desmatamento teve uma alta de 125% no último ano (Figura 9).



**Figura 9.** Área desmatada por bioma (ha) em 2019 e 2020, de acordo com dados publicados no Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020. Fonte: MapBiomias (2020).

É importante notar que, ainda que os valores apresentados difiram entre si devido às metodologias aplicadas nas medições, é consistente o aumento nas taxas anuais de desmatamento florestal desde 2017-18, com crescimento significativo em 2020. O que nos leva a concluir que da mesma forma que o desmatamento favorece pandemias, uma pandemia também pode favorecer o desmatamento, pois enquanto as atenções estão voltadas às questões sanitárias e socioeconômicas, a fiscalização ambiental torna-se (propositalmente) ainda mais falha.

### Considerações finais

Apesar da redução nas emissões de poluentes atmosféricos e consequente recuperação de sistemas naturais, ainda é preciso avaliar os impactos deste contexto sobre o clima e a biodiversidade. Apesar de medidas emergenciais por parte dos tomadores de decisão estarem sendo implementadas no intuito de combater o avanço do vírus, sabemos que se trata de ações pontuais e que os resultados gerados são momentâneos. A pandemia da COVID-19 mostrou o quanto estamos despreparados e expôs ainda mais a deficiência na gestão de risco, refletida no aumento do impacto dos desastres naturais em 2020 e 2021. É preciso focar nos problemas a longo prazo, como a mudança do clima, por exemplo. A resistência do Executivo Federal Brasileiro à abordagem da questão climática e o apoio político às práticas agrícolas predatórias só fazem agravar esse cenário.

Com o atual desprestígio da educação e da ciência e propagação do negacionismo científico e climático, é ainda mais importante que pesquisadores do campo da saúde global e a própria sociedade estejam atentos às temáticas de maior repercussão internacional, bem como da participação do Brasil nessas discussões. Está na hora de cobrarmos por nossos direitos e pelo cumprimento dos deveres políticos e sociais do Estado, mas está na hora também de agir com maior responsabilidade ambiental e social.

O caminho para prevenir outras pandemias é cumprir as metas de sustentabilidade ambiental. O descarte correto de resíduos domiciliares, por exemplo, sejam eles contaminados pelo vírus da COVID-19 ou não, apesar de ser uma tarefa individual, depende fortemente da responsabilidade social do indivíduo. Assim como seguir as medidas de prevenção ao novo coronavírus – uso de máscara, higienização das mãos, desinfecção de objetos e superfícies, distanciamento social e adesão à vacinação.

Apesar de todos os males, o coronavírus nos deixa algumas lições e aprendizados. A primeira é que a prevenção é melhor que a cura. Além disso, precisamos refletir sobre as doenças infecciosas, emergentes e/ou reemergentes, que são provenientes da vida selvagem e sobre como elas nos atingem. Aonde chegaremos com a combinação “mudança climática e desmatamento”?

Essa parece ser uma excelente oportunidade para transformar comportamentos e estratégias econômicas. Não dá mais para voltar ao antigo normal. Vamos partir do “novo normal” e optar por energias renováveis e cidades sustentáveis, afinal, como publicaram Brooks e Ferrao (2005), “as doenças emergentes são acidentes evolutivos esperando para acontecer”. Não podemos dar a elas essa chance.

## Referências

- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. 52p. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: ago. 2021.
- ADAMS, W. M. The future of sustainability: re-thinking environment and development in the twenty-first century. **Gland: World Conservation Union**. 18p. 2006. Disponível em: [https://www.academia.edu/32071207/The\\_Future\\_of\\_Sustainability\\_Rethinking\\_Environment\\_and\\_Development\\_in\\_the\\_Twenty-first\\_Century](https://www.academia.edu/32071207/The_Future_of_Sustainability_Rethinking_Environment_and_Development_in_the_Twenty-first_Century). Acesso em: ago. 2021.
- ARAUJO, S. B. L.; BRAGA, M. P.; BROOKS, D. R. *et al.* Understanding Host-Switching by Ecological Fitting. **PLoS ONE**, v. 10, n. 10, e0139225, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139225>. Acesso em: ago. 2021.
- ARORA, N. K.; MISHRA, J. COVID-19 and importance of environmental sustainability. **Environmental Sustainability**, v. 3, p. 117-119. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42398-020-00107-z>. Acesso em: ago. 2021.
- BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C. *et al.* Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 18, n. 3, p. 285-304. 2009. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v18n3/v18n3a11.pdf>. Acesso em: ago. 2021.
- BROOKS, D. R.; FERRAO, A. L. The historical biogeography of co-evolution: emerging infectious diseases are evolutionary accidents waiting to happen. **Journal of Biogeography**, v. 32, p. 1291-1299. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01315.x>. Acesso em: ago. 2021.
- BROWN, L. **Building a Sustainable Society**. Washington, DC: World Watch Institute. 433p. 1981.
- DANTAS, C. Amazônia tem 1º semestre de 2021 com maior área sob alerta de desmate em 6 anos. **G1 Natureza: Amazônia**. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/amazonia/noticia/2021/07/02/primeiro-semester-de-2021-tem-o-maior-numero-de-alertas-de-desmatamento-na-amazonia-em-6-anos.ghtml>. Acesso em: ago. 2021.
- DINIZ, M. C.; MARTINS, M. G.; XAVIER, K. V. M. *et al.* Crise Global Coronavírus: monitoramento e impactos. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n.2, p. 359-377. 2020.
- ESCOBAR, H. Desmatamento da Amazônia dispara de novo em 2020. **Jornal da USP**, 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/desmatamento-da-amazonia-dispara-de-novo-em-2020/>. Acesso em: ago. 2021.
- FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 14, n. 3, p. 667-681. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395157473>. Acesso em: ago. 2021.

- GROBER, U. **Deep Roots: A conceptual history of “sustainable development” (Nachhaltigkeit)**. Discussion papers, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. Berlin: WZB. 36p. 2007. Disponível em: <https://bibliothek.wzb.eu/pdf/2007/p07-002.pdf>. Acesso em: ago. 2021.
- GTSC. V Relatório Luz da sociedade civil Agenda 2030 de desenvolvimento sustentável - Brasil. **Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030**. 124p. 2021. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/relatorio-luz/relatorio-luz-2021/>. Acesso em: ago. 2021.
- HOBERG, E. P.; BROOKS, D. R. Evolution in action: climate change, biodiversity dynamics and emerging infectious disease. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 370, 20130553, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0553>. Acesso em: ago. 2021.
- IEA. **After steep drop in early 2020, global carbon dioxide emissions have rebounded strongly**. Press release. 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/news/after-steep-drop-in-early-2020-global-carbon-dioxide-emissions-have-rebounded-strongly>. Acesso em: ago. 2021.
- IMAZON. **Desmatamento na Amazonia cresce 30% em 2020 e bate recorde dos últimos dez anos**. 2021. Disponível em: <https://amazon.org.br/imprensa/desmatamento-na-amazonia-cresce-30-em-um-2020-e-bate-recorde-dos-ultimos-dez-anos/>. Acesso em: ago.2021.
- IPEA. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: ago. 2021.
- ISSBERNER, L. R.; LÉNA, P. Antropoceno: os desafios essenciais de um debate científico. **O Correio da UNESCO**, n. 2, p. 7-10, 2018. Disponível em: <https://pt.unesco.org/courier/2018-2/antropoceno-os-desafios-essenciais-um-debate-cientifico>. Acesso em: ago. 2021.
- JONES, K. E.; PATEL, N. G.; LEVY, M. A. Global trends in emerging infectious diseases. **Nature**, v. 451, p. 990-994. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature06536>. Acesso em: ago. 2021.
- MACHADO, A. B.; RICHTER, M. F. Sustentabilidade em tempos de pandemia (COVID-19). **RECIMA21**, v. 1, n. 2, p. 264-279. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v1i2.25>. Acesso em: ago. 2021.
- MAPBIOMAS. Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020. **MapBiomass Alerta: São Paulo**. 93p. 2021. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org/>. Acesso em: ago. 2021.
- MCGAIN, F.; MURET, J.; LAWSON, C. *et al.* Effects of the COVID-19 pandemic on environmental sustainability in anaesthesia. Response to Br J Anaesth 2021;126:e118e119. **COVID-19 Correspondence**, e119-e122. 2021. Disponível em: [https://www.bjanaesthesia.org.uk/article/S0007-0912\(20\)30955-7/pdf](https://www.bjanaesthesia.org.uk/article/S0007-0912(20)30955-7/pdf). Acesso em: ago.2021.
- MOURA, R.P. O Coronavírus e a denúncia das desigualdades contemporâneas a partir de um risco de alta-consequência. **OSIRIS**, p. 1-4. 2020. Disponível em: [https://www.ces.uc.pt/ficheiros2/sites/osiris/files/Rafael\\_Pecanha\\_Coronavi%CC%81rus%20e%20a%20denu%CC%81ncia%20das%20desigualdades\\_11\\_abril\\_2020.pdf](https://www.ces.uc.pt/ficheiros2/sites/osiris/files/Rafael_Pecanha_Coronavi%CC%81rus%20e%20a%20denu%CC%81ncia%20das%20desigualdades_11_abril_2020.pdf). Acesso em: ago.2021.
- PULLIAM, J. R. C.; EPSTEIN, J. H.; DUSHOFF, J. *et al.* Agricultural intensification, priming for persistence and the emergence of Nipah virus: a lethal bat-borne zoonosis. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 9, p. 89-101. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2011.0223>. Acesso em: ago. 2021.
- SAN MARTIN, M. C.; SAN MARTIN, M. C. Condições atuais das emissões dos poluentes atmosféricos durante a quarentena da COVID-19 e as perspectivas futuras. **BOCA**, v. 2, n. 5. 2020. DOI: 10.5281/zenodo.3767111.

- SMITH, K. R.; WOODWARD, A.; CAMPBELL-LENDRUM, D. *et al.* **Human health: impacts, adaptation, and co-benefits.** In: FIELD, C. B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D. J. *et al.* (Eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, p. 709-754. 2014. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11_FINAL.pdf). Acesso em: ago. 2021.
- SYVITSKI, J.; WATERS, C. N.; DAY, J. *et al.* Extraordinary human energy consumption and resultant geological impacts beginning around 1950 CE initiated the proposed Anthropocene Epoch. **Communications Earth & Environment.** 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00029-y>. Acesso em: ago. 2021.
- TERA AMBIENTAL. **Entenda os três pilares da sustentabilidade.** 2021. Disponível em: <https://www.tera-ambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/entenda-os-tres-pilares-da-sustentabilidade>. Acesso em: ago. 2021
- WEISSE, M.; GOLDMAN, E. **Primary Rainforest Destruction Increased 12% from 2019 to 2020.** World Resources Institute, 2021. Disponível em: <https://research.wri.org/gfr/forest-pulse>. Acesso em: ago. 2021.
- WHO – World Health Organization. **COP24 special report: health and climate change. Geneva: World Health Organization.** 73p. 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/276405>. Acesso em: ago. 2021.

# **CAPÍTULO 11**

## **ZOONOSES INFECCIOSAS EMERGENTES E A COVID-19:**

### **UMA EXPLICAÇÃO**

Esp. Mariana Barauna Bacelar Bispo

# ZOONOSES INFECCIOSAS EMERGENTES E A COVID-19: UMA EXPLICAÇÃO

Mariana Barauna Bacelar Bispo<sup>17</sup>

## RESUMO

Em dezembro de 2019 uma nova doença surge na pequena província na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Inicialmente caracterizada como surto, essa patologia logo começou a se alastrar de forma acelerada resultando na pandemia do Século XXI. Causada por um agente viral, o “novo coronavírus” (SARS-CoV-2), apresentou diversas causas como justificativa para a ocorrência da pandemia, tendo por maiores destaques de discussões a “fuga” do patógeno de um laboratório por falha de biossegurança e o vínculo a animais silvestres (principalmente morcegos e pangolins), devido à cultura pelo consumo alimentar chinês. De forma acelerada, a doença denominada como COVID-19 apesar de apresentar alguns sintomas parecidos com os da gripe, em nenhum momento se comportou como uma infecção rápida e de fácil controle medicamentoso, pois, de forma acelerada, desmembrou famílias das mais diversas nações mundiais. De acordo com a Epidemiologia a COVID-19 é considerada uma doença emergente do tipo infecciosa, de alta transmissibilidade entre indivíduos assintomáticos devido à sua gravidade e à potencialidade de deixar sequelas no indivíduo vivo, independente de já se possuir ou não algum tipo de comorbidade. Por conta disso, orienta-se que todos os cuidados básicos recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), continuem com vigor em conjunto ao processo de vacinação mundial, o que garantirá o controle mutacional do vírus e consequentemente da pandemia, aliada, principalmente, à conservação do meio ambiente, o que diferencia da pandemia da gripe espanhola (1818-1819), a fim de se evitar novas possíveis pandemias devido às ações antrópicas.

**Palavras-chave:** Animais silvestres, Doenças emergentes, Novo coronavírus, Zoonoses.

---

<sup>17</sup>Graduada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE) e especialista em Gerenciamento dos Recursos Hídricos pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Foi docente substituta de Biologia (período 2019-2021), lotada no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTSBio) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) - *campus* Salvador e, atualmente, leciona em curso técnico na área da Saúde e é pós-graduanda na UniFTC. E-mail: marianabarauna@yahoo.com.br.

## Introdução

Desde a época pré-histórica, grandes mudanças na carga de doenças humanas, distribuição espacial e tipos de patógenos surgiram em grande parte devido a atividade antrópica. A mudança de pequenas comunidades caçadoras-coletoras para grandes comunidades agrícolas foi associada ao surgimento de doenças contagiosas humanas, muitas das quais de origem animal. As viagens e a colonização facilitaram a introdução da doença nas populações indígenas. No último século, a melhoria da nutrição e higiene e o uso de vacinas e antimicrobianos reduziram a carga de doenças infecciosas, no entanto, nas últimas décadas, o aumento das viagens e do comércio global, a expansão das populações humanas e de gado e a mudança de comportamento têm sido associados a um aumento no risco de surgimento de doenças e no potencial de pandemias (MORSE, 1995; McMICHAEL, 2004; HARPER e ARMELAGOS, 2010 *apud* JONES *et al.*, 2013).

Com o passar dos séculos, a partir dos crescimentos das cidades e das populações em ritmo exponencial iniciado logo após a primeira Revolução Industrial, associado às constantes mudanças de território com rotas migratórias diversas, à globalização e aos avanços da Ciência e da Tecnologia, o homem conseguiu alcançar possibilidades (antes escassas) de circulação entre os continentes. Em alta frequência, essa mobilidade favorece a rápida disseminação de doenças infecciosas, relacionadas, na maioria das vezes, ao contato direto com animais silvestres e/ou exóticos e à carência e/ou ausência de higiene e saneamento básico, adquiridas pelo homem a partir do meio ambiente externo.

Em relação a esta circulação entre os continentes, Schatzmayr (2001) explica que uma pessoa doente pode em poucas horas visitar diversos países. A possibilidade de alcançar qualquer ponto da Terra por transporte aéreo em poucas horas, tem proporcionado o deslocamento de vetores de um continente a outro, bem como o contato direto do homem com áreas remotas, onde existe a possibilidade de haver agentes até então desconhecidos. Igualmente, a importação de animais pode trazer novos agentes de doença ao contato do homem. Peneluc (2020) informa que o desenvolvimento das tecnologias de transporte aéreo foi um dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento de ramos da economia, como o turismo e o transporte de mercadorias em curto espaço de tempo, mas não se contava com este novo modelo de disseminação de doenças, a chamada *globalização de microrganismos*, que tende a facilitar a ocorrência de epidemias e pandemias (UJVARI, 2008).

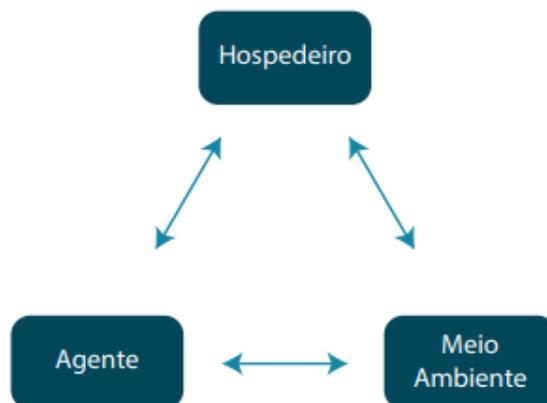
Trazendo para o contexto atual, este capítulo trata da COVID-19, sob uma perspectiva epidemiológica, e analisa o vínculo existente entre essa doença e as mudanças antrópicas.

## Contexto epidemiológico geral das doenças na população humana

Embora os termos *infecção* e *doença* sejam muitas vezes utilizados como sinônimos, eles apresentam diferenças em seus significados. **Infecção** consiste na invasão ou colonização do corpo por microrganismos patogênicos; a **doença** ocorre quando uma infecção resulta em qualquer alteração no estado de saúde. A doença é um estado anormal, no qual parte ou todo o organismo encontra-se incapaz de realizar as suas funções normais e uma infecção pode existir na ausência de doença detectável (TORTORA *et al.*, 2017). A caracterização epidemiológica das doenças permite conhecer sua natureza e comportamento e decidir o tipo de resposta necessária para o seu controle (OPAS, 2010).

A transmissão e a manutenção de uma doença na população humana são resultantes do processo iterativo entre o agente, o meio ambiente e o hospedeiro humano. As doenças têm sido classicamente descritas como resultantes da tríade ecológica (Figura 1). O agente é o fator cuja presença é essencial para a ocorrência

da doença; o hospedeiro é o organismo capaz de ser infectado por um agente, e o meio ambiente é o conjunto de fatores que interagem com o agente e o hospedeiro (NEVES, 2016).



**Figura 1.** Modelo da tríade ecológica. Fonte: PEREIRA (2013) adaptado por GOMES (2015).

A forma mais básica de se determinar a frequência de uma doença é através da simples contagem dos indivíduos afetados. Este dado em determinadas circunstâncias pode ser relevante para a administração de serviços de saúde, mas em geral é de pouca importância epidemiológica, uma vez que nada informa sobre a população de referência. Em estudos epidemiológicos é necessário conhecer o tamanho da população ou grupo que deu origem aos casos e em que período de tempo isto ocorreu. Assim, via de regra, são utilizadas medidas relativas que relacionam o número de casos da doença com a população ou grupo de origem (WAGNER, 1998).

Dessa forma, para compreender a abrangência completa de uma doença, devemos saber um pouco sobre sua ocorrência. As medidas de frequência de doença mais comumente utilizadas em epidemiologia enquadram-se em duas grandes categorias: (i) A **incidência** de uma doença, que refere-se ao número de novos eventos ou casos novos que ocorrem em uma população de indivíduos em risco durante um determinado período de tempo; é considerado um indicador da disseminação da doença; (ii) A **prevalência** de uma doença, que mede a proporção acometida de uma população em um determinado momento, independente de quando a doença surgiu pela primeira vez, levando em consideração tanto os casos antigos quanto os novos; é um indicador da gravidade e do tempo que a doença afeta a população (WAGNER, 1998; TORTORA *et al.*, 2017).

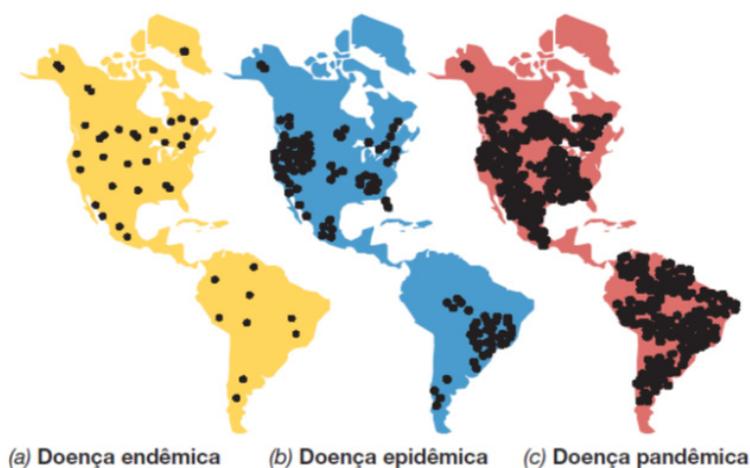
Wagner (1998) ainda complementa ao indicar que as medidas de frequência possuem aplicações nas estimativas de risco, no planejamento e avaliação de serviços de saúde e podem ser usadas como auxiliares no estudo da utilidade de testes diagnósticos e opções terapêuticas. Devido a suas diferentes características, mencionadas anteriormente, tanto a prevalência como a incidência devem ser aproveitadas nas situações onde melhor se aplicam.

Sabendo-se que a **mortalidade** corresponde à incidência de *mortes* na população e que **morbidade** refere-se à incidência das *doenças* nas populações, incluindo as doenças fatais e não fatais (MADIGAN *et al.*, 2016), no Brasil as alterações ocorridas no perfil de morbimortalidade, no qual ressalta-se uma perda de importância relativa das doenças transmissíveis, principalmente a partir do último quarto do século XX, contribuíram para criar uma falsa expectativa de que todo esse grupo de doenças estaria próximo à extinção. Entretanto, o seu impacto na morbidade ainda é importante, principalmente aquele produzido pelas doenças para as quais não se dispõe de mecanismos eficazes de prevenção e controle (BRASIL, 2004).

Associado aos termos acima, na epidemiologia outros termos apresentam significados específicos. Uma doença é denominada **epidêmica** quando, simultaneamente, infecta um número anormalmente elevado de in-

divíduos em uma população; uma **pandemia** corresponde a uma epidemia amplamente distribuída, geralmente em escala mundial. Em contrapartida, uma doença **endêmica** é aquela que está constantemente presente na população, geralmente com baixa incidência (Figura 2). Uma doença endêmica implica que o patógeno pode não ser altamente virulento, ou que a maioria dos indivíduos na população escolhida pode ser imune, resultando em uma baixa incidência, porém persistente, da doença. Indivíduos infectados com um organismo causador de uma doença endêmica são denominados de **reservatórios** da infecção, uma fonte de agentes infecciosos pelos quais os indivíduos suscetíveis podem ser infectados (MADIGAN *et al.*, 2016).

Carvalho *et al.* (2017) salientam que a ocorrência de uma epidemia restrita a um espaço geográfico circunscrito é denominado **surto** e consiste em uma ocorrência em que todos os casos estão relacionados entre si, acometendo uma área geográfica pequena e delimitada (como vilas ou bairros) ou uma população institucionalizada (como creches, asilos, escolas e presídios).



**Figura 2.** Doença endêmica, epidêmica e pandêmica. Cada ponto representa um surto de uma doença. (a) Doenças endêmicas estão presentes em populações com determinadas áreas geográficas limitadas. (b) Doenças epidêmicas apresentam alta incidência em uma área mais ampla, geralmente desenvolvidas a partir de um foco endêmico. (c) Doenças pandêmicas são distribuídas mundialmente. Fonte: MADIGAN *et al.* (2016).

Quando esses conceitos são aplicados à atual crise sanitária, oficialmente declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em março de 2020, temos que a doença se iniciou como surto na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China, passando rapidamente de uma endemia para uma epidemia na Ásia (devido ao alto número de pessoas infectadas pelo novo coronavírus de forma súbita), se espalhou rapidamente na Europa, alcançando uma larga escala espacial e geográfica de países e continentes com controle sanitário pequeno ou nulo em todo o mundo, o que ocasionou a grande pandemia da COVID-19, duzentos anos após a grande pandemia da gripe espanhola.

Nas últimas décadas se tem falado muito no aparecimento de novas doenças infecciosas, bem como no retorno de doenças tidas como erradicadas. Madureira (2015) afirma que ao surgimento dessas novas patologias e o retorno de doenças já erradicadas ou que reaparecem após um longo período de declínio, podem ser chamadas de doenças emergentes e reemergentes (também identificadas como resistentes a medicamentos). Barata (1997) salienta que o CDC (*Center for Diseases Control*) define doenças emergentes como aquelas doenças infecciosas cuja incidência aumentou nas duas últimas décadas ou tendem a aumentar no futuro. Pedroso e Rocha (2009) complementam ao afirmar que as infecções reemergem tanto nos países desenvolvidos como nos subdesenvolvidos e que as sociedades desenvolvidas estão vulneráveis à introdução de novas e antigas infecções.

Luna (2002) destaca que um número muito grande de fatores estaria envolvido na determinação da emergência e reemergência de doenças infecciosas. No sentido de facilitar sua discussão, esses fatores podem ser agrupados em sete grandes grupos: fatores demográficos; fatores sociais e políticos; fatores econômicos; fatores ambientais; fatores relacionados ao desempenho do setor saúde; fatores relacionados às mudanças e adaptação dos microrganismos e manipulação de microrganismos com vistas ao desenvolvimento de armas biológicas.

Muitas das doenças ausentes nos países desenvolvidos e que passaram a preocupar pela permanência ou intensificação de sua ocorrência estavam presentes em países do Terceiro Mundo, com significativa impressão em suas populações. A reintrodução de doenças coincide com o modelo de desenvolvimento econômico das sociedades atuais, baseado na exploração do trabalho, com competição, solidão, menos capacidade efetiva, tensão social e ação predatória sobre o meio ambiente, com desmatamento de florestas. A ampliação do consumo de preservantes industriais, a fome, a desnutrição, o sobrepeso, a despreocupação, em muitas sociedades, com crescentes desigualdades sociais, a pobreza, a miséria, o desemprego e as condições de vida das populações pobres em meio urbano ou rural constituem fatores fundamentais sobre como o hospedeiro responde às agressões de seu meio interno. O rápido processo de urbanização, com migrações de grandes contingentes populacionais das áreas rurais para as urbanas, associou-se à ausência de saneamento básico e, em consequência, o descuido com a higiene pessoal doméstica. Nas cidades superpovoadas é também insuficiente a coleta de lixo, propiciando terreno fértil para a propagação de doenças (AMARAL e TAUIL, 1983; MORSE, 1995; BARRETO *et al.*, 1996; PINNER, 1996 *apud* PEDROSO e ROCHA, 2009).

Zell *et al.* (2008) concordam com a afirmação acima e a complementam quando indicam que, direta ou indiretamente, esses fatores aumentam a exposição de humanos a patógenos ou representam o problema social para garantir altos níveis de higiene. Consequentemente, vários vírus importantes surgiram independentemente da mudança climática, por exemplo, o vírus SARS, o vírus Nipah, o vírus Hendra e o vírus da influenza aviária altamente patogênico H5N1. Desse contexto geral das doenças emergentes, a problemática dos hospedeiros e dos vetores de doenças humanas e animais, em particular, representa uma ameaça constante, cuja expansão precisa ser estudada e monitorada. Se observarmos os exemplos de infecções originadas enquanto zoonoses (doenças que circulam entre os homens e os outros vertebrados) verificaremos que estas poderão sugerir uma importante e potencialmente rica origem de doenças emergentes. No relatório do CDC da Primeira Conferência Internacional sobre zoonoses emergentes foi apontado que muitos novos agentes patogênicos, que têm emergido mundialmente, foram originados de animais ou de produtos de origem animal (GRISOTTI, 2010).

### **Zoonoses emergentes, pandemias e COVID-19: Qual a relação existente?**

Zoonoses ou doenças zoonóticas são doenças e infecções naturalmente transmitidas de animais vertebrados para humanos e vice-versa, podendo ser de origem viral, bacteriana, parasita ou fúngica. Zanella (2016) e Laporta e Prist (2020) informam que as zoonoses representam cerca de 75% das doenças infecciosas humanas emergentes ou reemergentes atuais, pois são muito comuns em áreas tropicais, devido a alta riqueza de espécies que ocorrem nessa região, e geralmente estão associadas a ambientes naturais.

Os movimentos de animais usados para o comércio agrícola, esporte e como companheiros também oferecem oportunidades para uma maior disseminação de infecções. Segundo CUTLER *et al.* (2010), países livres de brucelose têm visto reintroduções associadas ao movimento de animais infectados, pois a circulação de animais de estimação em toda a Europa tem sido associada a um aumento alarmante de doenças como a

leishmaniose. Além disso, os animais de estimação podem abrigar ectoparasitas, como carrapatos, pulgas e piolhos que são vetores notórios de múltiplos agentes zoonóticos.

Em geral, as listas de zoonoses são organizadas em função dos hospedeiros alternativos, dos parasitas que os vertebrados e invertebrados abrigam, ou das doenças e seus transmissores. A classificação das doenças só começou a fazer sentido quando o referencial utilizado foi o agente patogênico. Em saúde pública, entretanto, o que importa é saber se uma enfermidade infecciosa é transmissível ou não, e por quais meios (ÁVILA-PIRES, 1989).

Uma zoonose pode se espalhar não só através do contato direto dos animais com os seres humanos, mas também ao ser transportada pelo ar ou por alimentos contaminados. Outra variante são os chamados vetores que transportam o patógeno do hospedeiro para os humanos, mas não adoecem (carrapatos e mosquitos são exemplos). Desde a SARS, em 2003, pesquisadores vêm estudando animais selvagens responsáveis pela disseminação de várias doenças (roedores e morcegos se tornaram o foco dos cientistas) (HEISE, 2020).

Dentre as possíveis formas de contágio/infeção por zoonoses, Cutler *et al.* (2010) debatem a associação à caça e ao consumo de animais selvagens por ser considerada uma iguaria. O rastreamento, captura, manuseio, abate no campo e transporte de carcaças envolvem riscos de transmissão entre as espécies. Patógenos zoonóticos da vida selvagem podem infectar humanos com pouca ou nenhuma transmissão de pessoa para pessoa (por exemplo, vírus da gripe aviária e vírus Hendra). Alternativamente, o aumento das viagens ou migração e o aumento dos contatos entre pessoas facilitaram o surgimento do vírus da imunodeficiência símia / HIV / AIDS na África. O aumento da exposição a animais selvagens capturados e as altas taxas de mutação de muitos vírus de RNA aumentaram sua predominância entre as zoonoses emergentes transmitidas de humano para humano. Os vírus de RNA da carne podem, portanto, desempenhar um possível papel no futuro surgimento de doenças.

Em relação às possíveis estratégias de ação, medidas de segurança e controle das doenças zoonóticas, Zanella (2016) pontua que o foco deve estar na detecção de patógenos em vida selvagem (animais silvestres) que podem causar doenças em humanos; na análise e caracterização de riscos potenciais e métodos de transmissão de doenças específicas de origem animal, o que inclui verificar o comércio e o trânsito de animais e produtos; na institucionalização da estratégia de “Uma Saúde”, ou seja, da união dos vários setores que atuam na saúde pública, com pesquisas para o desenvolvimento de novos medicamentos para o tratamento de doenças emergentes, como por exemplo, de bactérias resistentes a antimicrobianos; na resposta a surtos que seja adequada no âmbito nacional, o que envolve a distribuição e a obtenção de estoque de antivirais, bem como a produção de vacinas contra doenças pandêmicas, e redução dos riscos, para prevenir, minimizar ou eliminar o potencial para emergência e transmissão de novas doenças.

Em editorial publicado em 04 de julho, a *Lancet* destaca que, dos 11 surtos de ebola registrados na República Democrática do Congo (RDC) desde os anos 1970, seis, ou mais da metade, aconteceram na última década. Já o SARS-CoV-2 é apenas o mais recente de uma série de novos coronavírus letais surgidos neste século, iniciada com o SARS-CoV-1, identificado na China em 2002 e responsável por uma pandemia que infectou mais de 8 mil pessoas e matou quase 800, entre aquele ano e 2004, e o vírus da Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS-CoV), descoberto na Arábia Saudita em 2012, e que desde então já atingiu mais de 2,5 mil pessoas, com quase 900 vítimas fatais (BAIMA, 2020).

O artigo publicado pela *DW Made for minds* em 2020 informa que o painel de biodiversidade das Nações Unidas estima que haja na natureza 1,7 milhão de vírus desconhecidos pela Ciência, dos quais entre 540 mil e 850 mil existem em animais e têm capacidade potencial de infectar pessoas da mesma forma que o SARS-CoV-2. Por conta disso, afirma o documento, pandemias representam uma “ameaça existencial” para

a humanidade. O painel observa ainda que a COVID-19 foi a sexta pandemia a atingir o mundo desde a gripe espanhola, em 1918. Todas elas foram originadas por micróbios presentes em animais e “inteiramente impulsionadas pela atividade humana”.

A plataforma das Nações Unidas salienta que cerca de 70% das doenças emergentes, como Ebola, Zika e AIDS, são de origem zoonótica, ou seja, circulam em animais antes de chegarem às pessoas. A cada ano, cerca de cinco novas doenças surgem entre os humanos, e qualquer uma delas tem potencial para se tornar uma pandemia. O alerta feito pelo painel de biodiversidade das Nações Unidas pontua também que futuras pandemias deverão ser mais frequentes, matar mais pessoas que a COVID-19 e causar danos ainda piores à economia global se não houver uma mudança fundamental na forma como os seres humanos tratam a natureza em todo o mundo.

A COVID-19, doença infecciosa respiratória causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), é potencialmente grave quando seus sintomas são comparados aos de outras doenças respiratórias, sendo uma grande parte da população portadora assintomática, além disso, apresenta elevada transmissibilidade. O seu agente etiológico é um betacoronavírus descoberto em amostras obtidas de pacientes com pneumonia de causa desconhecida em Wuhan, na China, em dezembro de 2019. Tratava-se de uma nova cepa (tipo) de coronavírus, identificada como 2019-nCoV, que não havia sido identificada antes em seres humanos, mas estão por toda parte e são a segunda principal causa de resfriado comum (após o rinovírus) e, até as últimas décadas, raramente causavam doenças mais graves em humanos do que o resfriado comum. Ao todo, sete coronavírus humanos (HCoVs) já foram identificados: HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV-HKU1, SARS-CoV (que causa síndrome respiratória aguda grave), MERS-CoV (que causa síndrome respiratória do Oriente Médio) e, o mais recente, novo coronavírus (SARS-CoV-2) (OPAS, 2020; BRASIL, 2020; BRASIL, 2021).

Em 11 de fevereiro de 2020, o Comitê Internacional da Taxonomia de Vírus (ICTV, na sigla em inglês) anunciou que o vírus que, antes chamado 2019-nCoV, foi nomeado Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave 2 (SARS-CoV-2) e, no mesmo dia, a OMS nomeou a doença como Doença do Novo Coronavírus (COVID-19), podendo para melhor comunicação referir-se ao vírus como “vírus causador da COVID-19” ou “vírus da COVID-19” (PAHO/IRIS, 2020).

Conforme as primeiras informações veiculadas, o epicentro da contaminação se deu em um “mercado úmido”, assim chamado devido à comercialização, dentre outras coisas, de animais vivos (selvagens e domesticados) e carne fresca (sem refrigeração e embalagem). Esse evento crítico é atribuído a um hábito alimentar chinês, mas presente em outros países, como o Brasil, o consumo de carne fresca de animais domesticados e selvagens (PERROTA, 2020).

As primeiras fontes de informação sobre a origem do novo coronavírus apontaram que este teria vindo de serpentes, seguido dos morcegos e dos pangolins (animal semelhante a um tatu) (Figura 3). King (2020) informa que os coronavírus são notadamente imprevisíveis. Os morcegos são vetores de milhares de tipos de vírus sem sucumbir à doença, e os vírus têm o potencial de saltar para novas espécies. Às vezes, sofrem mutações ao longo do caminho para se adaptar a seu novo hospedeiro; às vezes podem dar salto sem nenhuma mudança. É de conhecimento geral que os coronavírus infectam mamíferos e aves, como cães, galinhas, bois, porcos, gatos, pangolins e morcegos. A crise global de saúde provavelmente começou com um morcego da espécie *Rhinolophus affinis* (Figura 4) infectado pelo coronavírus na China. A partir dele, o germe possivelmente passou para uma espécie intermediária e depois para os humanos.

É importante destacar que quando um patógeno consegue se adaptar e migrar de uma espécie de hospedeiro para outra é denominado como Spillover, termo usado na Ecologia que pode ser traduzido como “transbordamento”, e que foi o que ocorreu com o agente causador da COVID-19 (SPONCHIATO, 2020).

Morcegos e pangolins não são os culpados pela pandemia, mas o compartilhamento de habitat pode ter favorecido o *spillover* do coronavírus dos morcegos aos pangolins (ACOSTA *et al.*, 2020).



**Figura 3.** Um pangolim-comum bebe água de uma poça em um centro de reabilitação no Zimbábue. Os pangolins são conhecidos por serem portadores de uma variedade de coronavírus e foi constatado que os pangolins-malaios (nativos do sudoeste da Ásia) são portadores de uma cepa do vírus que apresenta 92,4% de semelhança genética com o novo coronavírus. Fonte: King (2020).



**Figura 4.** Morcego da espécie *Rhinolophus affinis*, portador de um coronavírus muito semelhante ao SARS-CoV-2, o vírus responsável pela pandemia da COVID-19. Fonte: King (2020).

### Ações antrópicas no meio ambiente e novas pandemias zoonóticas

O crescimento da população humana tem sido associado à reformulação da demografia da população. Aumentando de 1 bilhão no início do século 20 para 6 bilhões no final do século, as previsões atuais preveem uma população humana de aproximadamente 10 bilhões em 2050. Esta previsão é acompanhada por um aumento impressionante na urbanização da população de 39% em ambientes urbanos em 1980 a 46% em 1997 e 60% previstos em 2030. Este agrupamento de alta densidade da população humana abre o caminho para surtos potenciais em uma escala imensa (JONES *et al.*, 2008).

Uma maior proximidade entre ambientes naturais e seres humanos ocorre geralmente em ambientes que estão sob forte pressão econômica, decorrente de *commodities* altamente rentáveis, como a extração de

madeira, a criação de gado, a plantação de soja e cana-de-açúcar, etc. Em áreas tropicais, o principal fator associado à exploração dessas *commodities* é o desmatamento. Além de provocar a perda do habitat natural, o desmatamento provoca alterações nas comunidades de seres vivos que ali habitam, que acabam se tornando mais simplificadas e menos diversas. Poucas espécies conseguem sobreviver nesses ambientes alterados, sem competição por recursos como alimento e abrigo, algumas delas acabam se tornando dominantes. Geralmente as espécies que conseguem sobreviver nesses ambientes são justamente as que carregam patógenos e que são reconhecidas como hospedeiros e vetores de doenças. Além de se tornarem mais abundantes, elas acabam se tornando também mais infecciosas, uma vez que a transmissão de patógenos entre essas espécies se torna mais exacerbada (LAPORTA e PRIST, 2020).

Peneluc (2020) afirma que a interação homem-natureza é marcada atualmente pela exploração descontrolada e dominação dos recursos naturais, culminando na degradação do meio ambiente. As relações de produção vigentes, a produção capitalista, além de exacerbar a degradação dos recursos naturais, ainda corrobora na geração de resíduos poluentes.

As mudanças ambientais observadas atualmente, de acordo com o artigo publicado pela Embrapa (2020), têm como causa principal a influência das atividades humanas. Essa influência tende a acelerar e intensificar processos de degradação ambiental capazes de promover alterações no equilíbrio que levariam ao surgimento mais acelerado de surtos epidemiológicos e que poderiam se transformar, a depender da escala atingida, em eventos pandêmicos. Dada à dimensão global de atingimento de seus impactos negativos, as mudanças climáticas globais mais uma vez se destacariam como um dos principais processos de degradação ambiental capaz de estimular a ocorrência de novas pandemias. Não obstante, a aceleração de processos como a perda da biodiversidade, o consumo de carne de animais silvestres, seja ele devido à existência de hábitos culturais ou à necessidade imposta por condições econômicas como a baixa renda de populações, e a urbanização não planejada, o avanço não-planejado dos sistemas agropecuários sobre áreas naturais, por exemplo, também podem contribuir para que um maior contato entre os seres humanos e vetores de doenças infecciosas ocorra, o que aumentaria as chances de transmissão dos agentes patogênicos para a população.

Infelizmente, essas mudanças ambientais podem ser vistas em florestas tropicais da África, Sudeste Asiático, Oceania e a Amazônia como eventuais fontes de patógenos pandêmicos. As alterações observadas na Amazônia podem apresentar consequências imprevisíveis, uma vez que, pelo fato de apresentar uma das maiores biodiversidades do planeta, é lar de inúmeras espécies de macacos, roedores, morcegos e outros mamíferos que são prováveis hospedeiros de incontáveis vírus de potencial pandêmico. Só com relação aos morcegos, estudos indicam que estes animais da ordem Chiroptera são o repositório natural dos coronavírus que originaram os SARS-CoV-1 e SARS-CoV-2, com “escala” em outros mamíferos selvagens como o furão, no caso do primeiro, e o pangolim, no segundo, antes de começarem a se disseminar entre nós. Com o desmatamento, a expansão da fronteira agrícola e o avanço da pecuária sobre a floresta, é cada vez mais provável que vírus antes isolados ou com reduzido contato com humanos comecem a se espalhar entre animais domésticos, peridomésticos e selvagens obrigados a migrar pela destruição de seus habitats (BAIMA, 2020).

### **Considerações finais**

No período anterior à pandemia, alertas e evidências da degradação ambiental em seu limite já eram evidenciados. O capitalismo predatório e seu intenso ritmo de produção e exploração da indústria sobre fauna, flora e todos os recursos naturais sem um limite respeitado, os reflexos no aumento do consumo e, consequentemente, na produção de resíduos sólidos, a degradação de rios, oceanos e outras fontes hídricas com efluentes

industriais, domésticos e também resíduos, a poluição atmosférica, desmatamento e queimadas, o aquecimento global e as alterações climáticas já se mostravam como sinais da necessidade de uma mudança na relação sociedade x meio ambiente x economia. A pandemia do novo coronavírus se apresentou à sociedade como um “freio” do modo de vida ao qual estávamos acostumados, provocando uma desorganização global e oferecendo uma oportunidade de se criar uma nova organização (DE SOUZA, 2020).

De Troi e Quintillio (2020) apontam que a COVID-19 tem funcionado como um amplificador, uma lente de aumento dos problemas do Antropoceno, essa era em que os humanos se tornaram uma força geológica capaz de desestabilizar o planeta, e do capitalismo neoliberal, demonstrando a importância do papel do Estado e dos sistemas públicos de saúde. As ações de isolamento e circulação tomadas por conta do vírus evidenciaram que o ser humano funciona como uma verdadeira epidemia para o planeta Terra e para as espécies não humanas. Não são raros os registros de pessoas que têm percebido o aumento da presença de insetos e outros animais, até mesmo em áreas urbanas.

As pandemias não são eventos aleatórios, tais como as guerras, mas sim consequência das interações humanas e da desequilibrada relação do homem com o meio ambiente. Nesse sentido, estar preparado para o futuro é essencial. Dessa forma, o Antropoceno, a “Idade dos Humanos” pode deixar de ser uma ameaça para todo o Planeta e para a própria humanidade e se converter numa oportunidade de crescimento coletivo. A grande lição da COVID-19 é mostrar à humanidade que, apesar de ela ter se convertido numa força geológica, o Sistema Terra como um todo não lhe pertence e as consequências das ações humanas podem ser catastróficas e imprevisíveis (SILVA *et al.*, 2020).

Diante do impacto do comportamento humano na emergência das doenças infecciosas, Grisotti (2010) pontua que sociólogos e antropólogos que trabalham com o tema da saúde assumam um papel significativo nos esforços globais para compreender essas doenças e auxiliar no seu controle. Por outro lado, é necessário um sistema de vigilância epidemiológica capaz de identificar e notificar rapidamente os casos suspeitos de doenças infecciosas emergentes. Para que isso ocorra, o diagnóstico das doenças dependerá do “olhar” do clínico e do epidemiologista (o que implica o treinamento e a atualização contínua do conhecimento), capaz de minimizar o processo de subdiagnóstico e/ou subnotificação de doenças. Entretanto, para ambos os lados, são necessários suportes institucionais capazes de viabilizar a articulação entre a produção de conhecimento científico e a sua difusão nos serviços de vigilância epidemiológica, bem como a inserção de estudos socioantropológicos, tanto para identificar comportamentos de risco quanto para avaliar os impactos sociais e econômicos decorrentes do processo de tomada de decisão em situações de surtos e epidemias.

Dessa forma, diante do exposto, não sabemos qual zoonose será a próxima ameaça séria à saúde pública, considerando como potencial doença infectocontagiosa, mas é sabido que existe a necessidade da conservação das florestas tropicais devido ao número de espécies endêmicas existentes da fauna silvestre. Cutler *et al.* (2010) salientam que à medida que aumentamos os esforços para melhorar a capacidade de resposta a um patógeno, também aumentaremos a probabilidade de podermos responder com eficiência e eficácia a zoonoses novas, reemergentes ou negligenciadas (dengue e malária, p. ex.) no futuro. É essencial a detecção precoce de epidemias e surtos, para que medidas de controle sejam adotadas oportunamente, de modo que um grande número de casos e óbitos possa ser prevenido, pois, além da prevenção de novos casos e surtos, a investigação desse tipo de evento pode contribuir para a descoberta de novos agentes, novas doenças e novos tratamentos, ampliar o conhecimento sobre novas doenças e daquelas já conhecidas e, ainda, fazer com que a população passe a ter mais confiança no serviço público de saúde (BRASIL, 2019).

## Referências

- ACOSTA, A. L.; XAVIER, F.; CHAVES, L. S. M. *et al.* Interfaces à transmissão e spillover do coronavírus entre florestas e cidades. **Estudos Avançados**. v. 34, n. 99. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3499.012>. Acesso em dez.2020.
- ÁVILA-PIRES, F. D. Zoonoses: Hospedeiros e Reservatórios. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 5, n. 1, p.82-97. 1989. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/CgPJfY6Qsj3hVddHPXw6hQQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: ago.2020.
- BAIMA, C. À espera da próxima pandemia. **Revista Questão de Ciência**. Publ. 11.jul.2020. Disponível em: <https://www.revistaquestaodeciencia.com.br/artigo/2020/07/09/espera-da-proxima-pandemia>. Acesso em: dez.2020.
- BARATA, R. C. B. O desafio das doenças emergentes e a revalorização da epidemiologia descritiva. **Revista de Saúde Pública**. v. 31, n. 5. São Paulo, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101997000600015>. Acesso em: dez.2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde/ Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. **Guia de Vigilância em Saúde: Volume Único**. 3ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças Infecciosas e Parasitárias: guia de bolso**. 4ed. ampl. 334p. Brasília, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portal da Universidade Aberta do Sistema Único de Saúde (UNA-SUS) – Especial Coronavírus (COVID-19). 2020. **Orientações: População**. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/especial/COVID19/populacao>. Acesso em: out.2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Doenças não Transmissíveis. **Guia de Vigilância Epidemiológica: Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional pela Doença pelo Coronavírus 2019**. 86p. Brasília, 2021.
- CARVALHO, C. A.; PINHO, J. R. O.; GARCIA, P. T. **Epidemiologia: Conceitos e Aplicabilidade no Sistema Único de Saúde**. UNA-SUS/UFMA. 96p. São Luís: EDUFMA, 2017.
- CUTLER, S. J.; FOOKS, A. R.; VAN DER POEL, W. H. M. Public Health Threat of New, Reemerging, and Neglected Zoonoses the Industrialized World. **Emerging Infectious Diseases**. v. 16, n. 1, 2010. Disponível em: <http://doi.org/10.3201/eid1601.081467>. Acesso em out.2020.
- DE SOUZA, L. P. A pandemia da COVID-19 e os reflexos na relação meio ambiente e sociedade. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**. v. 8, n. 4, p. 68-73. 2020. Disponível em: <https://revistabrasileirademeio-ambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/540/254>. Acesso em: out.2020.
- DE TROI, M.; QUINTILLIO, W. Coronavírus: lições anti-negacionistas e o futuro do planeta. **SciELO em Perspectiva**. 2020. Disponível em: <https://blog.scielo.org/blog/2020/03/31/coronavirus-liceos-anti-negacionistas-e-o-futuro-do-planeta/>. Acesso em jan.2021.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mudanças Climáticas. **Artigo – As mudanças ambientais e a saúde humana: impactos da degradação ambiental sobre surtos de doenças infecciosas**. Publ. 28.mai.2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52769086/artigo---as-mudancas-ambientais-e-a-saude-humana-impactos-da-degradacao-ambiental-sobre-surtos-de-doencas-infecciosas>. Acesso em: out.2020.

- GOMES, E. C. S. **Conceitos e Ferramentas da Epidemiologia**. 83p. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2015.
- GRISOTTI, M. Doenças infecciosas emergentes e a emergência das doenças: uma revisão conceitual e novas questões. **Ciência & Saúde Coletiva**. v. 15 (suplemento 1). 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232010000700017>. Acesso em: out.2020.
- HEISE, G. O que são e como surgem as zoonoses? Publ. 21.jul.2020. **DW Made for minds**. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/o-que-s%C3%A3o-e-como-surgem-as-zoonoses/a-54247486>. Acesso em: ago.2020.
- JONES, B. A.; GRACE, D.; KOCK, R. *et al.* Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. **Proceedings of the natural academy of sciences of in the USA (PNAS)**. v. 110, n. 21, p. 8399-8404. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1208059110>. Acesso em: dez.2020.
- JONES, K. E.; PATEL, N. G.; LEVY, M. A. *et al.* Global trends in emerging infectious diseases. **Nature**. v. 451, n. 7181. p. 990-3. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature06536>. Acesso em: set.2020.
- KING, A. Quais animais podem ser os próximos hospedeiros do coronavírus? **National Geographic Brasil**. Publ. 13.abr.2020, atual. 05.nov.2020. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2020/04/animais-hospedeiros-coronavirus-virus-pangolim-morcego-pandemia-COVID-19>. Acesso em dez.2020.
- LAPORTA, G. Z; PRIST, P. R. A relação entre zoonoses e o meio ambiente explicada em 6 pontos. **Nexo Jornal**. 2020. Disponível em: <https://pp.nexojornal.com.br/perguntas-que-a-ciencia-ja-respondeu/2020/A-rela%C3%A7%C3%A3o-entre-zoonoses-e-o-meio-ambiente-explicada-em-6-pontos>. Acesso em: nov.2020.
- LUNA, E. J. A. A emergência das doenças emergentes e as doenças infecciosas emergentes e reemergentes no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. v. 5, nº 3. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/m9MYsBMfVB4zTkdJ3tBx9SG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: dez.2020.
- MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; BENDER, K. S. *et al.* **Microbiologia de Brook**. 14ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.
- MADUREIRA, A. M. A. S. **Doenças Emergentes e Reemergentes na Saúde Coletiva**. 1ed. Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, 2015. Disponível em: <http://ead.ifnmg.edu.br/uploads/documentos/zk6uW-4T7Aa.pdf>. Acesso em nov.2020.
- NEVES, D. P. **Parasitologia Humana**. 13ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2016.
- OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Módulos de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades (MOPECE)**. Módulo 2: Saúde e doença na população. 48p. Brasília-DF, 2010.
- OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Histórico da pandemia de COVID-19**. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/COVID19/historico-da-pandemia-COVID-19>. Acesso em: nov.2020.
- PAHO/IRIS – PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. INSTITUTIONAL REPOSITORY FOR INFORMATION SHARING. **Diretrizes laboratoriais para detecção e diagnóstico de infecção pelo vírus da COVID-19**. 08 de julho de 2020. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52523?show=full>. Acesso em: nov.2020
- PANDEMIAS MAIS MORTAIS SURGIRÃO SEM PROTEÇÃO À NATUREZA, ALERTA ONU. Publ. 29.out.2020. **DW Made for minds**. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/pandemias-mais-mor>

[tais-surgir%C3%A3o-sem-prote%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-natureza-alerta-onu/a-55440414.](https://www.fmt.am.gov.br/layout2011/dam/h1n1/referencias/Infecoes_emergentes_e_reemergentes.pdf)

Acesso em dez.2020.

PEDROSO, E. R. P.; ROCHA, M. O. C. Infecções emergentes e reemergentes. **Revista Médica de Minas Gerais**. v. 19, n. 2, p. 140-150. 2009. Disponível em: [http://www.fmt.am.gov.br/layout2011/dam/h1n1/referencias/Infecoes\\_emergentes\\_e\\_reemergentes.pdf](http://www.fmt.am.gov.br/layout2011/dam/h1n1/referencias/Infecoes_emergentes_e_reemergentes.pdf). Acesso em: nov.2020.

PENELUC, M. Pandemia de COVID-19 e destruição da natureza: uma crítica baseada no marxismo ecológico. **Voluntas: Revista Internacional de Filosofia**. v. 11, 39ed. p.1-8. Santa Maria, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179378643992>. Acesso em: dez.2020.

PERROTA, A. P. Serpentes, morcegos, pangolins e ‘mercados úmidos’ chineses: Uma crítica da construção de vilões epidêmicos no combate à COVID-19. **DILEMAS: Revista de Estudo de Conflito e Controle Social – Reflexões na Pandemia**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://ppgcs.ufrj.br/wp-content/uploads/2020/04/PERROTA-Serpentes-morcegos-pangolinsFI.pdf>. Acesso em: set.2020.

SCHATZMAYR, H. G. Vírus emergentes e reemergentes. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 17 (suplemento): p. 209-213, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000700031>. Acesso em: nov.2020.

SILVA, C. M.; SOARES, R.; MACHADO, W. *et al.* A Pandemia de COVID-19: Vivendo no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**. v. 12, n.4. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20200081>. Acesso em jan.2021.

SPONCHIATO, D. Coronavírus: como a pandemia nasceu de uma zoonose. **Veja Saúde**. Atual. 16.set.2020, Publ. 20.mar.2020. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/medicina/coronavirus-pandemia-zoonose/>. Acesso em: dez.2020.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12 ed., 962p. Porto Alegre: Artmed, 2017.

UJVARI, S. C. A história da disseminação dos microrganismos. **Estudos Avançados**. v. 22, n. 6, p. 171-182. São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/dN4YZwzwQgzxTRGRHGVBY6s/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: dez.2020.

WAGNER, M. B. Medindo a ocorrência da doença: prevalência ou incidência? **Jornal de Pediatria**. n. 74, p. 157-162, 1998. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/54350/000164480.pdf>. Acesso em jan.2019.

ZANELLA, J. R. C. Zoonoses emergentes e reemergentes e sua importância para saúde e produção animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51, n. 5. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500011>. Acesso em: nov.2020.

ZELL, R.; KRUMBHOLZ, A.; WUTZLER, P. Impact of global warming on viral diseases: What is the evidence? **Current Opinion in Biotechnology**. v. 19, n. 6, p. 652-660. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2008.10.009>. Acesso em: jan.2021.

**SEÇÃO ASPECTOS HISTÓRICOS**  
**& SOCIOGEOGRÁFICOS**

## **CAPÍTULO 12**

### **AS LIÇÕES DAS PANDEMIAS NO MUNDO A PARTIR DA ANÁLISE ESPACIAL E O CASO DA EXPANSÃO DA COVID-19 NO TERRITÓRIO DO SISAL**

Dr. Bruno L. G. e Castro

# AS LIÇÕES DAS PANDEMIAS NO MUNDO A PARTIR DA ANÁLISE ESPACIAL E O ESTUDO DE CASO DA EXPANSÃO DA COVID-19 NO TERRITÓRIO DO SISAL

Bruno L. G. e Castro<sup>18</sup>

## RESUMO

As pandemias estiveram presentes em vários momentos na história da humanidade, consistindo em um fenômeno sanitário, mas também espacial. Sua dinâmica sobre a superfície é reflexo do comportamento social, das políticas públicas e dos interesses hegemônicos de sua época. Esse estudo apresenta algumas pandemias no mundo e suas lições quanto ao seu enfrentamento, principalmente, no que se refere ao monitoramento enquanto fenômeno espacial. A partir de algumas evidências advindas dessas experiências, traçou-se um panorama da COVID-19 no mundo, sua disseminação em diferentes escalas, chegando ao exemplo do Território de Identidade do Sisal na Bahia. Os resultados demonstraram os caminhos possíveis para o monitoramento dessa doença, mas também os erros que não podem ser cometidos pelos gestores públicos, como a negação ou a falta de incentivos quanto ao monitoramento espacial das pandemias. Nas considerações finais fica evidente que estamos sobre uma conectividade mundial enquanto unidade pandêmica, da importância do mapeamento e dos dados geográficos para as pandemias, que as populações mais pobres são as mais impactadas com menos chances de sobrevivência, e que a disseminação da COVID-19 muda seu comportamento espacial de acordo com a escala de observação. E, finalmente, que o entendimento das pandemias, como a COVID-19, requer uma análise multivariada para seu monitoramento espacial.

**Palavras-chave:** Bahia, COVID-19, Espaço geográfico, Georreferenciamento.

---

<sup>18</sup>Doutor em Geociências Aplicadas pela Universidade de Brasília (UnB) e graduado em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG). Coordena o Grupo de Pesquisa Ambiente, Sustentabilidade e Paisagem (GASP) e o Laboratório de Cartografia Digital e Sensoriamento Remoto (LACARD) na Universidade do Estado da Bahia (UNEB), *campus* XI – Serrinha/BA, onde é professor adjunto do curso de Geografia. E-mail: bcastro@uneb.br.

## Análise espacial em pandemias do passado

O estudo de doenças e sua relação com o espaço geográfico têm seus primeiros registros em mapas temáticos contendo símbolos qualitativos, os quais foram representados por pontos e utilizados para entender as incidências de doenças e suas propagações sobre territórios em meados do século XIX. O trabalho do Dr. Snow sobre a disseminação da cólera em Londres, clássico trabalho que constitui um marco nos sistemas de informação geográfica, foi inspirado pelo Dr. Thomas Shapter e seu trabalho, a “História da cólera em Exeter, na Inglaterra em 1832”, publicado em 1849, no qual desenvolveu um mapa sobre a cólera. Esse trabalho fez com que Snow percebesse a importância dos mapas de pontos para demonstrar a origem do surto de cólera em Londres, tendo como fonte do surto, uma bomba d’água pública na *Broad Street* (atualmente *Broadwick Street*) em que, após a sua desativação, eliminou praticamente a ocorrência de novos casos de cólera (LON- GLEY *et al.*, 2013).

A Inglaterra vivia, nesta época, a efervescência da revolução industrial, com máquinas movidas à vapor, por locomotivas, um mundo já integrado pela circulação comercial e pela produção do capital. Fica evidente no trabalho de Snow o poder da análise espacial para o monitoramento e investigação de doenças, assim como sua disseminação no início da industrialização mundial, como prenúncio dessa importante ferramenta para as próximas gerações que viveriam os horrores do colapso mundial sanitário.

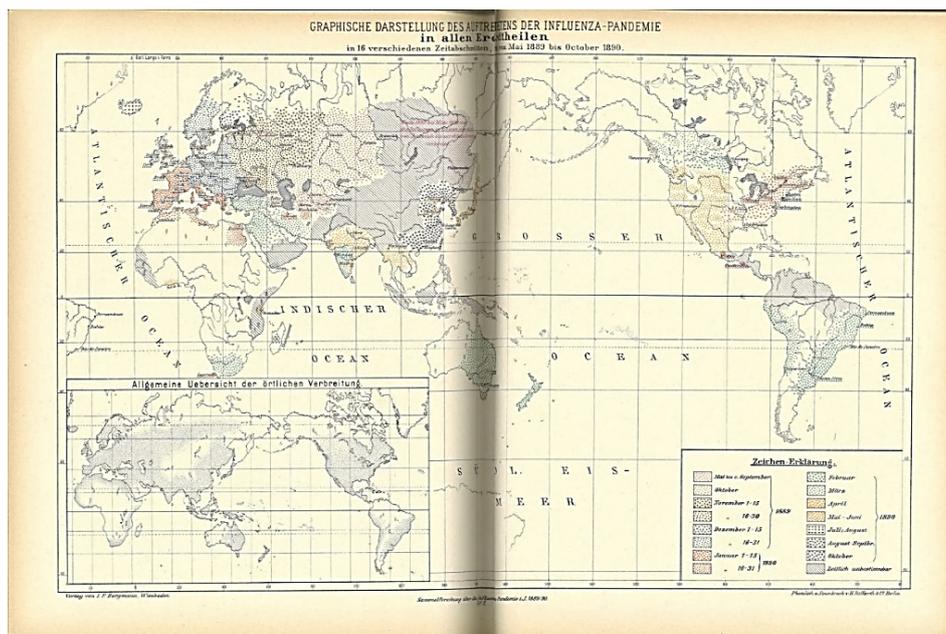
A gripe russa (1889-1890), possivelmente causada pelo vírus H3N8, teve seu início em maio de 1889, em Bukhara, ao sul do antigo Império Russo (atual Uzbequistão). Esta foi a primeira pandemia a ocorrer em um mundo já conectado pelas atividades comerciais de seu tempo. Naquela época, os dezenove maiores países europeus, incluindo a Rússia, tinham em torno de 202.887 km de ferrovias, demonstrando o potencial da circulação de pessoas daquela época. Não era diferente com as viagens transatlânticas de barco que duravam menos de uma semana naquele mesmo período (menos de um dia na atualidade), ou seja, em menos de 130 anos essa conexão e circulação de bens e mercadorias não parece ser tão distante, mas quando observamos fenômenos espaciais, como as pandemias e sua disseminação na história, o nível de contágio mundial é extremamente mais rápido quanto maiores forem suas conexões (VALLERON *et al.*, 2010).

A gripe russa foi uma doença intensamente infecciosa e sua disseminação assumiu três formas e, possivelmente, quatro ondas distintas de infecção, sendo a segunda onda na primavera de 1891, a mais letal do que a primeira. A terceira ocorreu no inverno de 1892, se mostrando quase tão letal novamente. A letalidade decorreu do excesso de mortes por doenças respiratórias, principalmente, na faixa da meia-idade (VALLE- RON *et al.*, 2010).

A pandemia de influenza russa de 1889 foi a primeira epidemia na história a ser rastreada em tempo real por epidemiologistas do Conselho de Governo Local da Grã-Bretanha (LGB), mapeando a propagação da gripe por meio de questionários e relatos de casos na tentativa de responder às principais perguntas sobre as causas da influenza, seu modo de transmissão e sua interação com o aparelho respiratório e outras doenças relacionadas (HONIGSBAUM, 2011). O LGB em suas investigações demonstrou que a gripe era intensamente infecciosa e que as ondas secundárias e terciárias eram as mais perigosas, independentemente da estação, mas embora essas percepções pudessem ter ajudado na resposta da saúde pública, as autoridades de saúde britânica preferiram defender medidas preventivas que pouco fizeram para diminuir o impacto da pandemia (HONIGSBAUM, 2011).

Infelizmente, devido ao curto período de incubação da gripe e às prioridades militares da primeira guerra mundial (1914 -1918), todo o conhecimento da gripe russa não foi aplicado durante a pandemia de influenza espanhola que ocorreria anos mais tarde, em 1918 (HONIGSBAUM, 2011). No início da década de 1890, uma

equipe internacional de especialistas produziu um mapa que mostra a propagação da gripe russa em intervalos de duas semanas, como observado na figura 1.



**Figura 1.** Mapa demonstrando a ocorrência da pandemia de influenza em todas as partes do mundo em 16 períodos distintos, de maio de 1889 a outubro de 1890. Fonte: Baginsky *et al.* (1892).

Os primeiros surtos da gripe russa ocorreram no norte da Índia até a Ásia Central e Sibéria, com relatos que vão de maio a outubro de 1889. Em novembro, o mapa se torna mais detalhado, com incrementos de duas semanas mostrando o movimento da doença em direção ao oeste da Rússia através da Europa para os Estados Unidos e, em seguida, o resto das Américas, Austrália e na costa da África. No outono de 1890, o mapa demonstra que a gripe russa havia chegado até a Ásia, completando assim a circunavegação global em torno de um ano. O mapa apresenta o avanço da doença em meses, tendo essa dinâmica temática sendo demonstrada com uma paleta de cores e hachuras. O avanço da doença não demonstra a intensidade ou o número de mortes, o que decorre das informações rarefeitas sobre a pandemia naquele período. Muitos dos registros da época foram coletados por informações de jornais locais e relatórios pós-pandemia (BAGINSKY *et al.*, 1892).

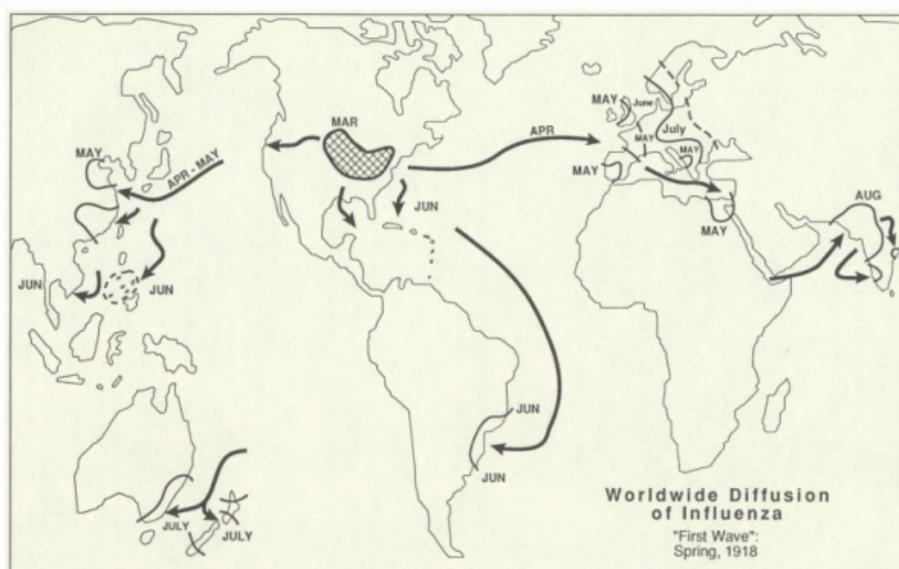
A pandemia de influenza em 1918 se espalhou por todo o mundo em menos tempo, seis meses, e matou dezenas de milhões de pessoas, sendo tão letal quanto a pandemia de 1890. A gripe espanhola atingiu todo o mundo em menor tempo que a gripe russa, demonstrando a contínua conexão entre os países por meio da circulação de bens e serviços que se intensificava, mas principalmente carregada pelas ações da primeira guerra mundial (1914-1918). Estima-se que a gripe espanhola chegou a matar entre 50 e 100 milhões de pessoas entre 1918 e 1919, mais que as duas grandes guerras juntas (PATTERSON e PYLE, 1991).

A gripe espanhola se espalhou em três ondas distintas que ocorreram com duas, ou mesmo com três anos de intervalo, que seriam vistas como pandemias distintas. Em março de 1918, a primeira onda da gripe teve início no meio este dos Estados Unidos, e depois se espalhou para a Europa e alcançou o Norte da África, Índia, China e Austrália em julho. A segunda onda mortal começou no final de agosto, aparentemente na França, e rapidamente se difundiu em todo o mundo. Em muitos lugares havia uma terceira onda, mais rarefeita, mas bem menos definida no inverno e na primavera de 1918-1919 (PATTERSON e PYLE, 1991).

Patterson e Pyle (1991) discutiram quais foram os principais caminhos geográficos da disseminação e suas consequências demográficas da pandemia de 1918. Dados com a hora e o local da primeira aparição do novo vírus não puderam ser identificados segundo os autores, mas se sabe que o primeiro surto ocorreu entre

recrutas do exército norte americano em *Camp Funston*, Kansas, nos EUA, em 5 de março de 1918. A gripe se espalhou através do treinamento militar em instalações de vários estados do meio-oeste e sudeste dos Estados Unidos até o final do mês. Em abril daquele ano, o vírus já havia se espalhado amplamente afetando toda a população.

A pandemia chegou à França a bordo de navios de tropas americanas no início de abril de 1918, e a doença espalhou-se rapidamente (Figura 2). Portugal e Espanha foram afetados em maio. Como a Espanha não censurou as notícias (estava neutra durante a primeira guerra), divulgando amplamente a pandemia, ocasionou a denominação da doença como Gripe Espanhola. Esta gripe atingiu a Alemanha, Escandinávia e Grã-Bretanha em junho. A onda de primavera moveu-se para o leste até a Polônia e Romênia, mas não chegou à Rússia, assim como na África Subsariana que também não foi atingida. Os navios, no entanto, transportaram o vírus nos pulmões dos passageiros para Bombaim em maio, de onde avançou pela rede ferroviária para grande parte do resto do subcontinente indiano. A Austrália, Nova Zelândia e Indonésia foram infectados em junho. A Austrália, Nova Zelândia e Indonésia foram infectados em junho.



**Figura 2.** A primeira onda da Pandemia (Primavera de 1918). Fonte: Patterson e Pyle (1991).

É bom destacar que o mundo no século XIX era bem menos conectado que na atualidade, suas redes, os transportes e as negociações internacionais eram bem diferentes do tempo atual. Nos dias atuais, a comunicação e o meio técnico nos fornecem uma instantaneidade nas relações espaciais muito maiores que no século XIX, mas, ainda assim, a doença cobriu grande parte da Europa em questão de semanas. O contágio da segunda onda tem como hipótese mais provável que tenha surgido no início de agosto por mutação no oeste da França. A transmissão em muitos lugares foi facilitada pela interrupção do tempo de guerra e os movimentos das tropas, tendo seu ritmo acelerado pela ampla melhoria das redes ferroviárias que abrangem os continentes e pelos navios a vapor que os conectaram, sendo que o número de mortos da onda de outono foi enorme e o total preciso pode nunca ser conhecido (PATTERSON e PYLE, 1991).

No final de janeiro de 1919, o vírus atingiu praticamente todos os lugares habitados na Terra, poupando apenas algumas ilhas e regiões muito remotas. Os lugares que adotaram o isolamento e quarentenas, como no norte e o leste da Islândia e na Samoa, conseguiram se proteger da pandemia. Os primeiros relatórios da pandemia foram de *Brest* na França, um importante porto atlântico e ponto de desembarque das tropas americanas, no dia 22 de agosto de 1919. Os navios transportaram rapidamente o vírus para novos focos na América do Norte e África, surgindo quase simultaneamente em Boston, Massachusetts e Freetown nos Estados Unidos, e Serra Leoa.

As informações das áreas coloniais da África e da Ásia foram deficientes. Em países pobres, os sistemas de saúde são mais frágeis e essa característica é observada até os dias atuais. Em grande parte do mundo, funcionários tinham apenas as noções mais gerais sobre as causas da doença. Estimativas de mortalidade muitas vezes eram simplesmente suposições de médicos e administradores hospitalares. Os censos modernos ainda não haviam sido feitos em muitos lugares e as maiores taxas de mortalidade foram da África e da Ásia, e as mais baixas, da América do Norte, Austrália e Europa. As populações pobres sofreram mais do que as mais ricas que possuíam acesso à boa alimentação e abrigo. Não havia nenhuma terapia específica para influenza ou suas complicações, mas os cuidados de suporte foram úteis. Assim, quem possuía cuidados de saúde certamente se beneficiou quanto à melhora dos pacientes. Essa constatação demonstra o lado perverso das pandemias no mundo, que de acordo com Horton (2020), se trata de sindemias, ou seja, populações menos favorecidas são mais impactadas que as mais abastadas.

As ondas da gripe espanhola demonstraram que o mundo se tornou uma única unidade epidemiológica. Com o aumento da população mundial e sua circulação, a gripe pandêmica se espalhou com velocidade espantosa e afetou quase todos os lugares habitados do planeta, sendo, portanto, facilitados por ferrovias e pela navegação marítima e fluvial que desempenharam um papel crucial como fontes de infecção para cidades menores e áreas rurais.

### **As experiências de monitoramento internacional e nacional da COVID-19**

Cem anos depois da gripe espanhola, uma nova pandemia se alastra pelo mundo, a COVID-19 que se espalhou começando em dezembro de 2019 na China, com um ritmo extremamente rápido e, em um mês, todos os países do mundo colocaram a gestão da saúde de seus governos em alerta. A COVID-19 é causada pelo vírus SARS-CoV-2 e pertence à família Coronaviridae, a qual abarca outros vírus, incluindo seis espécies, além do vírus supracitado, que são conhecidas como sendo responsáveis por doenças humanas: 229E, NL63, OC43, HKU1, MERS-CoV e SARS-CoV.

Em 30 de janeiro de 2020 já haviam sido notificados 7.818 casos de pessoas infectadas em 18 países e 170 pessoas já haviam falecido na China por causa da COVID-19. Diante desta situação, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou situação de emergência em Saúde Pública de Interesse Internacional e, portanto, em 11 de março de 2020 decretou situação de pandemia, quando já eram registrados mais de 118 mil casos da doença em 113 países com mais de 4 mil óbitos (BARBOSA *et al.*, 2020).

O mundo já havia experimentado duas grandes pandemias, mas a pandemia da COVID-19, diferentemente da gripe russa no final do século XIX e da primeira metade do século XX com a gripe espanhola, no século XXI o planeta nunca esteve tão conectado globalmente nas relações comerciais, na comunicação e nos transportes. O mundo que conhecemos nunca esteve tão “pequeno” com o desenvolvimento de tecnologias da circulação e informação. Isso nos coloca em vantagem no monitoramento de fenômenos espaciais como as pandemias, mas perigosamente frágeis quanto aos erros de gestão pública. Possuímos dados poderosíssimos com os celulares, notebooks ou tablets conectados à rede mundial de computadores. Podemos aliar geotecnologia com a participação da comunidade global para mapear qualquer fenômeno sobre a superfície do planeta.

Esse poder de manipulação de dados georreferenciados tem sua eclosão certamente nos anos de 1990, quando ocorreu um grande avanço na forma de produzir mapas por meio de sistemas de informações geográficas (SIGs) mais avançados que integraram análise, visualização e gerenciamento de banco de dados georreferenciados. Adicionalmente, a popularização de computadores pessoais nos anos posteriores mudou radicalmente a forma de se produzir mapas e difusão do conhecimento cartográfico. Com os smartphones e a

inserção da internet em vários meios eletrônicos usados no dia a dia, o processo de mapear, assim como o trabalho do cartógrafo, se fundiram com o acesso aos dados e informações geográficas, e estes com os softwares livres no processo de mapear fenômenos sobre a superfície em nosso cotidiano.

Com a pandemia da COVID-19 podemos perceber a importância das geotecnologias no monitoramento da disseminação de doenças quase que em tempo real. O exemplo dessa condição está no projeto do Centro de Ciência e Engenharia de Sistemas (CSSE) da Universidade Johns Hopkins que, desde fevereiro de 2020, quando a COVID-19 se espalhou no noticiário (parecia limitado apenas à China e Itália), disponibilizou um aplicativo web móvel para monitorar a pandemia em tempo real e com acesso para todo o mundo, contando com a nova tecnologia de painel geográfico da ESRI, sendo uma ferramenta extremamente útil para monitorar e compreender a situação da pandemia em escala global (DONG *et al.*, 2020).

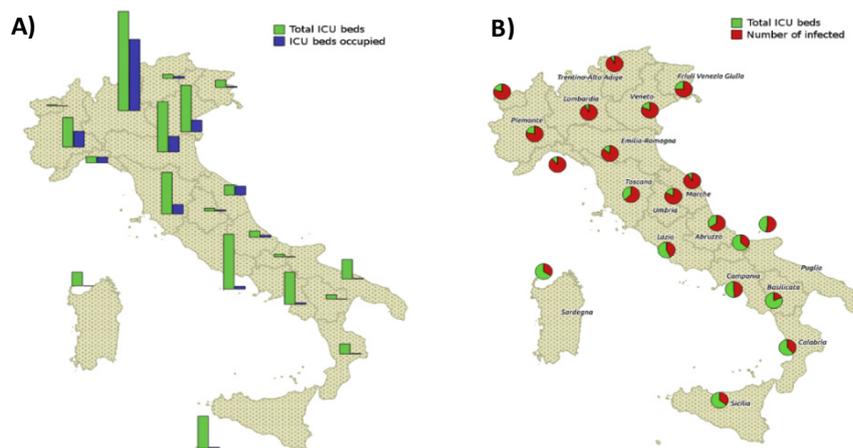
Outro projeto de grande relevância mundial que envolveu a análise espacial da disseminação global da COVID-19 foi o Nextstrain, que consiste em um projeto de código aberto que utiliza dados públicos e laboratoriais de todo o mundo que contribuem com sequências genéticas de vírus coletados de pacientes. Com dados atualizados e disponíveis publicamente é possível verificar análises e visualizações que mostram a evolução do patógeno e a propagação da pandemia (DONG *et al.*, 2020; HADFIELD *et al.*, 2018).

O Nextstrain utiliza esses dados para descrever a evolução das epidemias com mapas globais e gráficos filogenéticos, que correspondem às árvores genealógicas em escala evolutiva dos vírus. O projeto já processou quase 1,5 mil genomas do novo coronavírus e os dados já mostram como o vírus está sofrendo mutações. Essa plataforma contribui, por exemplo, para desmistificar que o vírus foi cultivado em laboratório, assim como saber sobre as mutações do vírus e entender a origem e destino dessas mutações (DONG *et al.*, 2020; HADFIELD *et al.*, 2018).

Mesmo tendo a análise espacial como método no monitoramento da COVID-19 por ferramentas de geoprocessamento, e a necessidade do profissional que compreenda essas ferramentas, as políticas públicas demonstram não ter dada a devida atenção para os modelos preditivos por esses métodos. De acordo com Campagna (2020), enquanto os governos de toda a Europa confiavam no conselho de especialistas, constituído por equipes de consultoria científica frequentemente lideradas por virologistas e epidemiologistas, nenhuma evidência foi encontrada sobre o envolvimento destes especialistas em planejamento espacial para analisar as situações de risco e emergência. Dessa forma, frequentemente, as medidas de bloqueio baseavam-se no planejamento em escala nacional ou regional, aplicando-se aos limites de grandes unidades administrativas com pouca ou nenhuma diferenciação.

A Itália foi o primeiro país europeu afetado pelo vírus e um dos mais atingidos depois da China no início da pandemia. As altas taxas de disseminação e mortalidade foram controladas pelo bloqueio da propagação do vírus através de severas restrições de mobilidade para as pessoas das regiões infectadas. As regiões do norte da Itália, como Lombardia e Veneto, tiveram maior número de casos. Na pesquisa de Guzzi *et al.* (2020), entre seus objetivos, os pesquisadores definiram um modelo geográfico para planejar a emergência e o gerenciamento futuro de pacientes com COVID-19 para realocá-los entre as unidades de saúde.

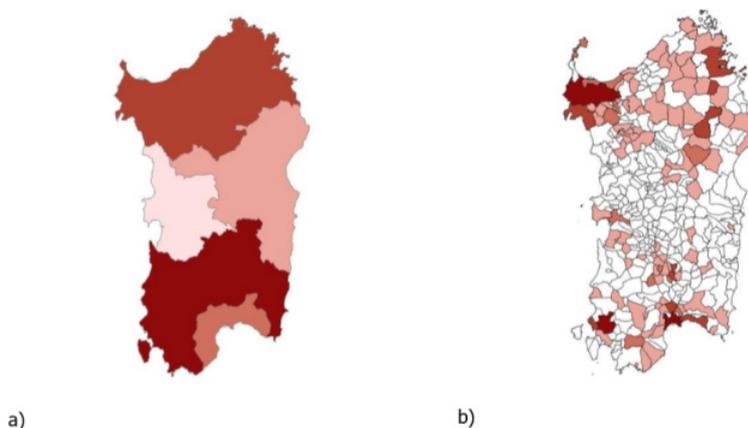
O mapa de diagramas (Figura 3) mostra a distribuição do total de leitos de unidades de terapia intensiva (UTI) *versus* leitos de UTI ocupados em hospitais para cada região na Itália. Esse tipo de mapeamento possibilita verificar que algumas regiões podem ter muitos leitos disponíveis, enquanto outras regiões podem não ter (GUZZI *et al.*, 2020). Os mapas de diagramas permitem a análise e não apenas a comunicação de variáveis (NOGUEIRA, 2009). Não é um mapeamento de leitura simples, para leigos, mas eles podem ser muito úteis para os gestores locais verificarem vagas de leitos e suas estratégias de distribuição.



**Figura 3.** Mapa de distribuição de leitos na Itália. (A) Distribuição do total de leitos de unidades de terapia intensiva - UTI (verde) versus leitos de UTI ocupados (azul); e (B) casos de infectados por leitos para cada região (vermelho). Fonte: Guzzi et al. (2020).

O Serviço Nacional de Saúde Italiano é organizado em escala nacional e regional. O governo central controla a distribuição de recursos e os serviços são organizados em escala regional. Existem 19 regiões e duas províncias autônomas (21 unidades administrativas no total) e as UTIs são organizadas por cada região (GUZZI et al., 2020). Assim como a velocidade de contágio da pandemia do coronavírus, a informação deveria chegar com intensidade à população. Para Campagna (2020), a falta de dados em grande escala no início da pandemia na Itália, de forma mais prática e facilitada no domínio público, pode ter potencialmente dificultado o trabalho de pesquisadores qualificados e especialistas para fornecer soluções confiáveis para enfrentar a pandemia.

Campagna (2020), observando a região insular da Sardenha (Figura 4) que possui 377 municípios, demonstrou como a mudança da escala provincial para a municipal pode ser de grande ajuda no planejamento para dar resposta a emergências no nível sub-regional. Portanto, dependendo das taxas de difusão da epidemia, o planejamento de resposta à emergência poderia incluir medidas, como a diferenciação de ações de bloqueio para diferentes áreas e/ou limitação no fluxo de pessoas entre diferentes sub-regiões e organização do controle policial, otimizando a fiscalização em pontos críticos. Ou seja, na análise espacial de pandemias, a mudança de escala e o local podem apresentar diferentes configurações da disseminação da doença sobre a superfície analisada.



**Figura 4.** Mudança de escala nos dados da pandemia da COVID-19 na Sardenha. a) províncias, e b) municípios. Fonte: Campagna (2020).

A difusão de pandemias como a COVID-19 está inter-relacionada com a globalização atual, com a dinâmica ambiental e socioeconômica, e com o estado atual do ecossistema terrestre, incluindo as mudanças climáticas. De acordo com Campagna (2020), se essa hipótese se tornar verdadeira, devemos esperar que novas pandemias ocorram novamente em curto e médio prazo. Para a autora, além dos especialistas como virologistas, epidemiologistas e médicos, a dimensão espacial deve ser também valorizada no roll do monitoramento devido à potencialidade de resposta ao comportamento social e à expansão do vírus.

A empresa TAPTAP (2020) em colaboração com a Universidade Carlos III de Madrid Predicio y Tamoco, desenvolveram uma análise geoespacial para entender diferentes indicadores no contexto da pandemia, e identificaram áreas na Espanha que requerem medidas de proteção maiores contra os surtos de COVID-19. Os pesquisadores verificaram que a utilização de multivariáveis facilita uma análise mais ampla do comportamento e evolução da COVID-19 demonstrando fatores, como a área, a mobilidade da população e a possível propagação do vírus em relação à recuperação baseada da atividade comercial e industrial.

Quanto à densidade populacional, Madrid e Barcelona são as cidades espanholas com maior risco de infecção. No entanto, ao considerar outras variáveis, como as taxas da população em risco e, em particular, a cobertura de pontos críticos de interesse (como hospitais, farmácias ou supermercados), as áreas que necessitavam de maior atenção, ou seja, as áreas mais vulneráveis ao risco de acordo com o estudo foram Castellón, Cantabria e Gipuzkoa (TAPTAP, 2020). Esta pesquisa verificou que existem províncias que oferecem maior dispersão do que outras, ou seja, maior mobilidade. Observaram ainda que, à medida que o confinamento evolui, a mobilidade entre todas as províncias tende a homogeneizar e diminuir.

Mesmo com iniciativas da Universidade Carlos III de Madrid, a Espanha foi atingida pela COVID-19 com mais de 300.000 casos e cerca de 44.000 mortes até 4 de agosto de 2020. Mais de 50.000 profissionais de saúde foram infectados e quase 20.000 mortes ocorreram em lares de idosos. Com uma população de 47 milhões, esses dados colocam a Espanha entre os países que foram mais afetados durante aquele período. A Espanha possui um dos melhores sistemas de saúde do mundo, o que fez com que Basteiro *et al.* (2020) questionassem como era possível que a Espanha se encontrasse naquela condição.

De acordo com os mesmos autores, ocorreu uma falta de preparação para a pandemia que envolveu sistemas de vigilância fracos, baixa capacidade para testes de reação em cadeia da polimerase (PCR), escassez de equipamentos de proteção individual e equipamentos de cuidados intensivos, lenta ação das autoridades centrais e regionais, altos níveis de mobilidade e migração da população, baixa dependência de pareceres científicos, o envelhecimento da população e a falta de preparação em lares de idosos e grupos socialmente vulneráveis que enfrentam desigualdades (BASTEIRO *et al.*, 2020).

Zavatta (2020) procurou entender os padrões territoriais de mortes por COVID-19 de quatro países europeus intensamente afetados pela pandemia, Espanha, França, Itália e Reino Unido. A pesquisa identificou que as análises de mortalidade da COVID-19 em nível nacional ou regional podem ocultar grandes diferenças e, portanto, ser de uso limitado, tanto analiticamente quanto do ponto de vista operacional. Para este autor, as razões para essas diferenças territoriais ainda precisam ser investigadas, mas percebe-se que a pandemia, enquanto fenômeno espacial, é complexa e envolve muitas variáveis também espaciais, como demonstrado nos dados da TAPTAP (2020). Esses aspectos dificultam um olhar mais atento sobre a camada social, ambiental, política e econômica na tentativa de encontrar os padrões da disseminação da doença. Portanto, além da escala de observação, a mudança de uma região ou lugar pode apresentar configurações de disseminação totalmente diferente umas das outras.

O primeiro caso de COVID-19 no Brasil ocorreu em 26 de fevereiro de 2020 na cidade de São Paulo, a qual se tratava de um idoso que havia feito uma viagem à Itália. Até o dia 25 de outubro de 2020, o país conta-

va com a triste marca de 5.395.920 casos acumulados e 157.226 mortes, de acordo com os dados do Ministério da Saúde (CASTRO *et al.*, 2020). Avaliando os cinquenta primeiros dias da COVID-19 no Brasil, Medeiros *et al.* (2020) verificaram que, ao comparar o Brasil com a China no mesmo período, a média de crescimento diário de novos casos no Brasil foi oito vezes maior do que a registrada na China, e a taxa de letalidade foi quase o dobro. No mesmo período, a taxa de letalidade de outros países demonstrou que o Brasil apresentava um valor superior àquela observada na Espanha (5,01%), nos Estados Unidos (2,93%), na França (2,17%) e no Reino Unido (4,44%).

Essa condição do Brasil, que nos meses posteriores demonstraria um elevado número de contaminados e mortos, o colocando em segundo lugar no mundo quanto a estas taxas, seguido apenas dos Estados Unidos, fica evidente que nos primeiros cinquenta dias houve a falta de gestão da saúde no país diante da pandemia. Um exemplo da incompetência da gestão foi a subnotificação dos casos de COVID-19 pelo Ministério da Saúde, o que tornou o desconhecimento sobre a real extensão da doença no país (MEDEIROS *et al.*, 2020).

Ao levantar as teorias da Geografia e seus métodos para analisar a COVID-19, Guimarães *et al.* (2020) fazem referência aos estudos de Maximillien Sorre, lembrando que as relações entre a localização dos fenômenos, sua extensão e conexões com outros fenômenos de interesse social, são relevantes na metodologia da produção cartográfica. Complementando as informações quanto ao mapeamento da COVID-19, os autores fazem referência aos modelos de difusão de inovações, em que a difusão espacial pode ser entendida como um processo no qual um fenômeno, item, ou ideia sai de um ponto restrito ou vários pontos, e vai ampliando a sua área. Esse movimento é indissociável no tempo e espaço.

Guimarães *et al.* (2020) expõe a ideia de sítio (forma e morfologia) e situação (refere-se à função) das interdependências regionais e conexões entre os lugares, ou as chamadas interações espaciais que se correlacionam com o tempo, ou seja, se observado um local em um determinado tempo, o fenômeno pode ser mapeado e analisado. Com base nesses pressupostos, os pesquisadores conseguiram identificar a COVID-19 se difundindo a partir das principais metrópoles do país e observaram que a faixa litorânea brasileira tem o início dos casos confirmados antes do restante do conjunto do território, evidenciando o processo de interiorização.

O estudo de Guimarães *et al.* (2020) lembra também que o Brasil possui extensão continental e enorme diversidade sociocultural e desigualdades intrínsecas. O contágio da COVID-19 e o número de óbitos atingem, principalmente, populações que vivem em ambientes menos favorecidos quando comparados aos mais abastados. Como nas pandemias do passado, a população que possui maior acesso à informação, mais favorecida com acesso à produtos de higiene pessoal, saneamento básico e cuidados médicos, terão mais chances de sobrevivência que as populações menos favorecidas, independente da escala de observação.

Analisando o processo de dispersão da COVID-19, Guimarães *et al.* (2020) consideraram a transição do sistema rodoviário para o sistema hidroviário. O movimento de populações e produtos entre municípios se dá por via terrestre na maior parte do país, enquanto na região amazônica, a circulação intermunicipal ou entre comunidades se dá, basicamente, por meio de hidrovias. Os pesquisadores concluíram, portanto, que no Brasil dois sistemas de movimentos de pessoas distinguem as regiões: um rodoviário e um hidroviário. Os casos iniciais da COVID-19 no Brasil demonstraram que a organização econômica do país moldou e direcionou a dinâmica de tempo e espaço na intensidade dos casos e óbitos da doença. As redes de transportes rodoviários constituíram-se nas rotas preferenciais para a disseminação da COVID-19. Isso se deve à dinâmica econômica e suas hierarquias territoriais, entre regiões e entre cidades.

Na Bahia, o primeiro caso foi registrado em 06 de março de 2020 e, desde então, o estado vem tomando medidas para tentar conter a COVID-19. No mesmo mês da notificação, o governo publicou o *Plano Estadual de Contingência para Enfrentamento do vírus SARS-CoV-2*, documento elaborado com a participação do

Conselho Estadual de Secretários Municipais de Saúde da Bahia (COSEMS-BA) e do Conselho Estadual de Saúde (CES-BA). A intenção deste documento foi orientar os gestores municipais e serviços de saúde da rede de atenção à saúde pública na tentativa de reduzir os impactos do vírus na população (SESAB, 2020). Apesar de importante, o documento para as ações dos gestores não faz referência à análise espacial. Como demonstrado por Campagna (2020), o monitoramento da COVID-19 precisa de outros especialistas além dos da saúde, a dimensão espacial é essencial na gestão pública e do território.

O estado da Bahia possui 417 municípios e 14.873.064 de habitantes e, até o dia 26 de outubro de 2020, possuía 345.949 casos confirmados. Quanto ao coeficiente de incidência, era de 2.326,01 por 100.000 habitantes. Com relação aos contaminados, 54,24% foram do sexo feminino, 45,50% foram do sexo masculino e 0,26% sem informação. Na distribuição por raça e cor, 179.123 (51,78%) eram da cor parda, seguidos por amarela 61.612 (17,81%), branca 41.492 (11,99%), preta 31.496 (9,10%), indígena 1.451 (0,42%) e os ignorados e sem informação foram de 30.775 (8,90%) (SESAB, 2020).

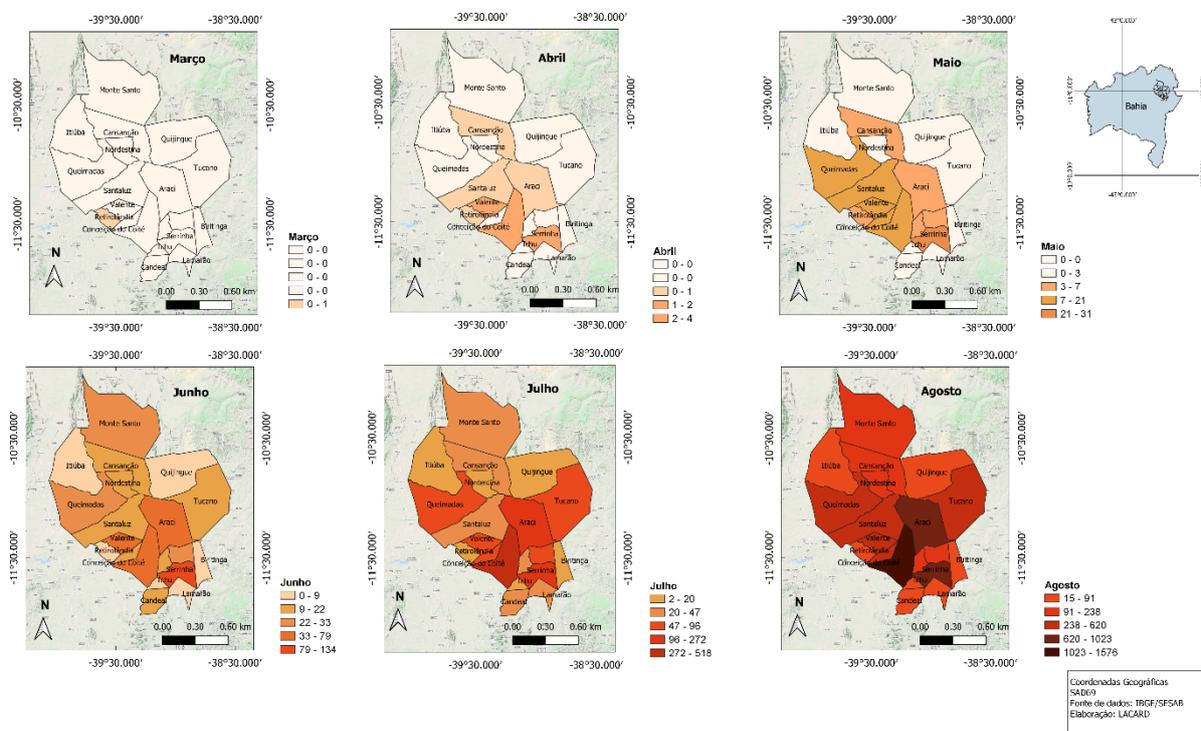
Silva *et al.* (2020) verificaram o cenário de eventuais municípios susceptíveis à contaminação da COVID-19 baseado na circulação geográfica de pessoas de acordo com os dados da Secretaria de Saúde do Estado da Bahia – SESAB. Estudos dessa natureza demonstram o leque de relações que podemos fazer para encontrar padrões na disseminação do vírus e conhecer os pontos de concentração da população em diferentes escalas, as áreas de aglomeração e as vias de maiores fluxos de pessoas, os quais consistem certamente em fatores que contribuem para o monitoramento e nas políticas de contenção da disseminação do coronavírus.

Com o objetivo de acompanhar a disseminação espacial do novo coronavírus no Território do Sisal, o grupo de pesquisa Grupo de Pesquisa Ambiente e Paisagem (GASP) e o Laboratório de Cartografia Digital e Sensoriamento Remoto (LACARD), vinculados ao Departamento de Educação da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus XI, situado no município de Serrinha, têm analisado a expansão do vírus por meio de estatísticas e mapeamento temático (CASTRO *et al.*, 2020).

### **A expansão da COVID-19 no Território de Identidade do Sisal**

O Território de Identidade do Sisal, localizado no semiárido da Bahia, engloba 20 municípios: Monte Santo, Nordestina, Queimadas, Quijingue, Serrinha, Teofilândia, Valente, Barrocas, Biritinga, Conceição do Coité, Ichu, Lamarão, Retirolândia, Santa Luz, São Domingos, Tucano, Araci, Candeal, Cansanção e Itiúba. Este Território ocupa 3,6% de 564.692 km<sup>2</sup>, a qual corresponde à área total do estado (BAHIA, 2007).

Ao observar a figura 5 verifica-se que o número de casos confirmados da COVID-19 aumentou em todos os 20 municípios ao longo do tempo. No final do mês de agosto de 2020 já havia 6.597 casos em todo o Território. É visível a evolução dos casos nos mapas e podemos distinguir dois principais momentos: o primeiro, de março a maio, quando a contaminação ainda não havia atingido todo o Território do Sisal; o segundo, a partir de junho, quando todos os municípios passam a ter registro de casos. O aumento no número acumulado de casos no Território do Sisal foi maior em relação aos outros meses se comparado a Feira de Santana (22,5%), em Salvador (12,9%), na Bahia (22,47%) e no Brasil (25,43%). Esse comportamento dos dados pode ter relação com o que se observa em outras partes do país com a interiorização da COVID-19.

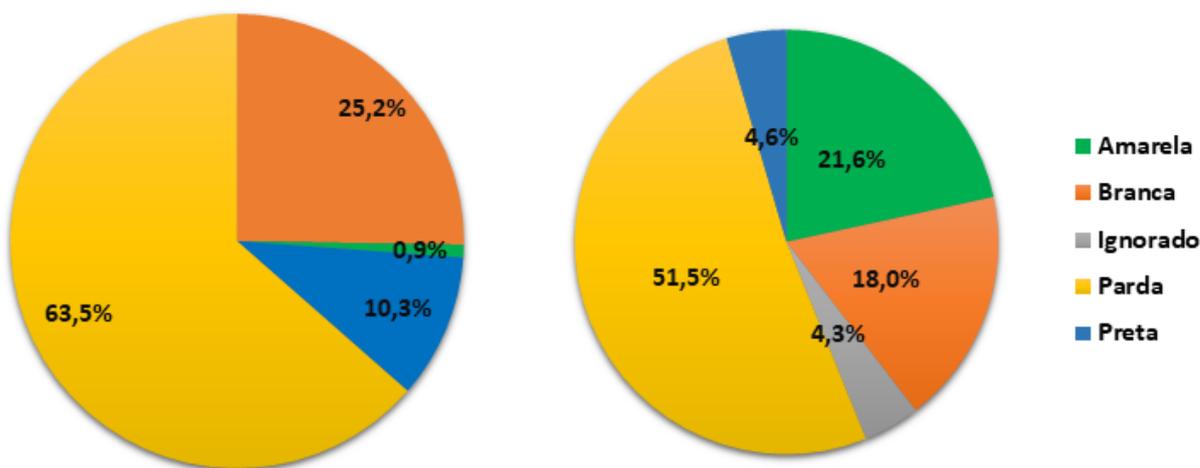


**Figura 5.** Evolução da COVID-19 no Território de Identidade do Sisal (março 2020 - agosto 2020). Fonte: Castro *et al.* (2020).

Quanto às relações raciais no Território do Sisal, as diferenças de cor ou raça da população demonstram que a proporção de infectados na população parda representa cerca de 51,5% do total de casos confirmados, portanto, superior ao número de infectados entre a população amarela (21,6%), branca (18,0%) e preta (4,6%), conforme figura 6. Desse modo, a população negra atingida pela COVID-19 no Território do Sisal totaliza 56,1%. No conjunto dos dados consultados na SESAB, foram encontradas informações de apenas 10 casos positivos (<0,1%) referentes à população indígena para o Território de Identidade do Sisal.

**a) POPULAÇÃO RESIDENTE - RAÇA/COR**

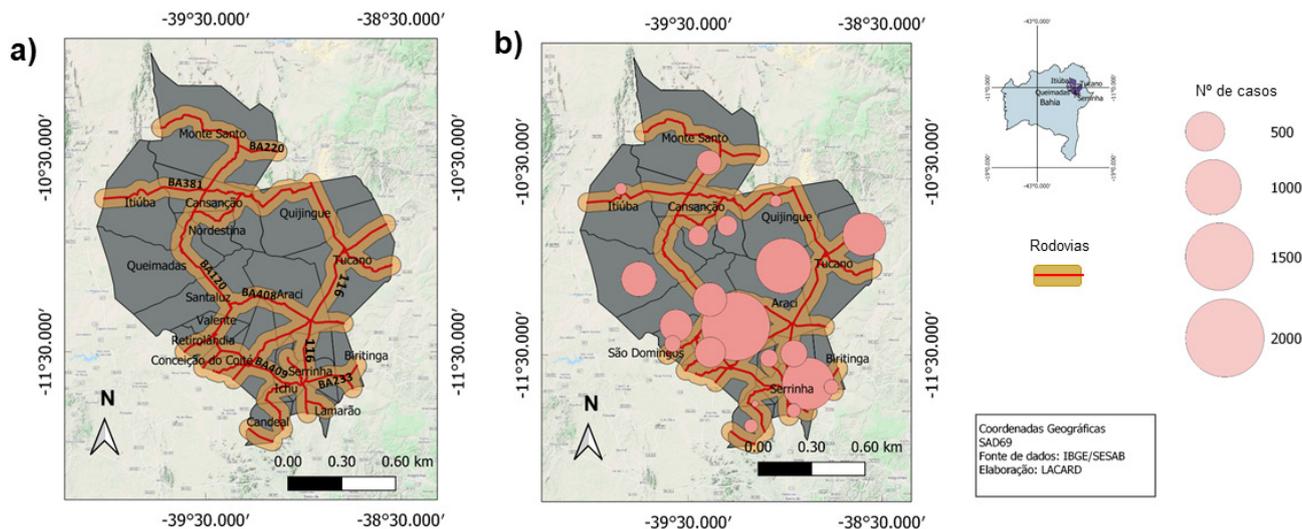
**b) CASOS DE COVID-19 POR COR /RAÇA**



**Figura 6.** População residente por raça/cor (2010) e casos confirmados de COVID-19 por raça/cor (setembro/2020), no Território do Sisal (%). Fonte: Castro *et al.* (2020).

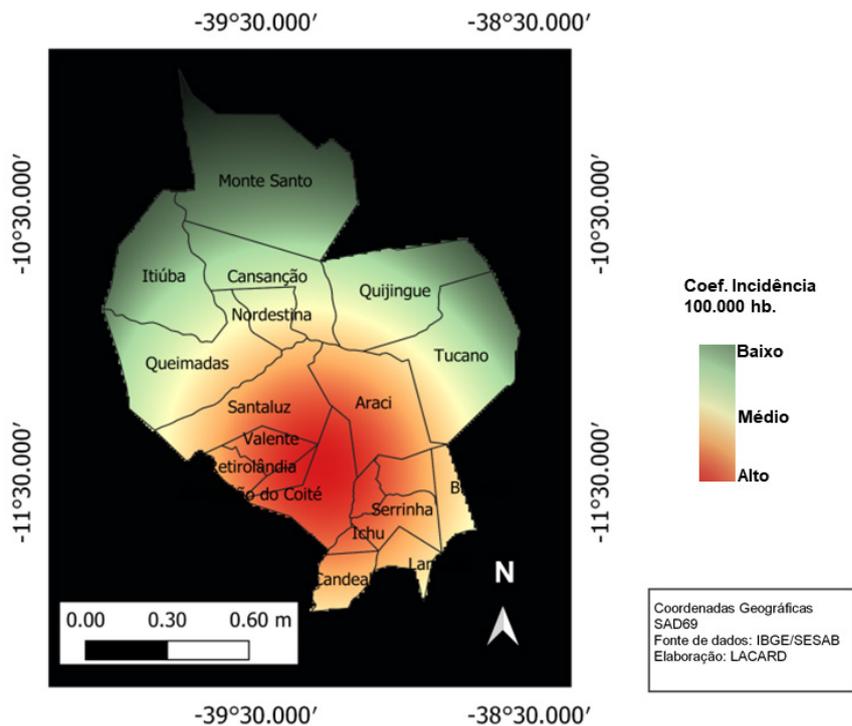
A figura 7 demonstra as principais rodovias no Território de Identidade do Sisal, com distanciamento (*buffer*) de 50 Km em (a) e as rodovias com o número de casos da COVID-19 em (b). De acordo com Silva *et al.* (2020) e Souza (1976), o deslocamento diário médio de uma população varia entre 50 km e 80 km. A partir da análise do mapa 7a, é possível perceber que as áreas que concentram o maior número de casos confirmados, são também onde ocorre o maior número de entroncamentos e rodovias no Território do Sisal e onde se concentram os municípios com maiores adensamentos populacionais. Este resultado corrobora o observado por Hilhorst (1975), que relata que a área de influência se relaciona com a intensidade dos fluxos de transporte e comunicações.

O mapa 7b demonstra as áreas de influência nos municípios com casos confirmados acima de 500 infectados pela COVID-19, coincidindo com a área já observada nos meses de março a agosto, quando ocorreu uma faixa crítica de casos de COVID-19 no Território do Sisal. Quanto aos municípios com casos confirmados acima de 1000 infectados pela COVID-19, é possível fazer a vinculação desse quantitativo com a dinâmica espacial dessa região. Araci, Serrinha e Conceição do Coité apresentam contato de 50 km com praticamente todos os municípios com casos acima de 500 infectados. Esses municípios, onde a circulação é mais intensa, necessitam de maior atenção da gestão de saúde pública, assim como o monitoramento dos municípios de menor influência para que não ampliem o número de casos da doença.



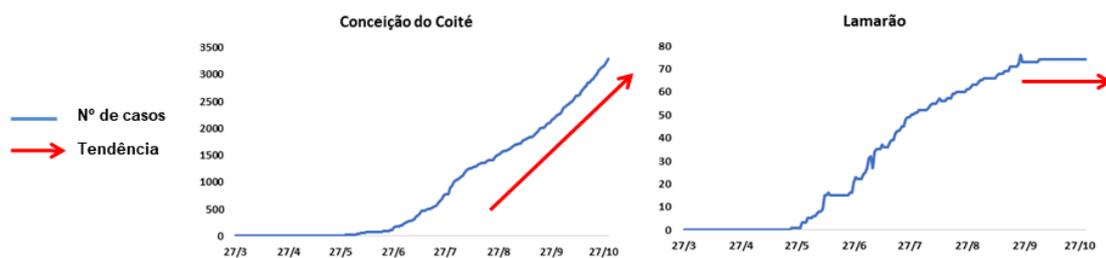
**Figura 7.** Principais rodovias no Território de Identidade do Sisal, Bahia. a) As principais rodovias com distanciamento (*buffer*) de 50 Km; b) Relação entre as rodovias e o número de casos na região de estudo. Fonte: Autoria própria.

Na figura 8 foi produzido um mapa a partir da superfície de densidade Kernel, o peso atribuído ao cálculo foi o coeficiente de incidência por 100.000 hab. O tamanho do raio foi de 1 metro e a célula para o modelo foi de 0,001 pixel. O resultado se mostrou apropriado para garantir uma superfície suave no processo de visualização. É possível ainda afirmar que as áreas de influência de disseminação da COVID-19 possuem seu epicentro em torno de Conceição do Coité, Araci, Serrinha, Santa Luz, Valente e Retirolândia.



**Figura 8.** Mapa de superfície de densidade Kernel para visualizar o coeficiente de incidência por 100.000 habitantes na região de estudo. Fonte: Autoria própria.

A escala na análise da COVID-19 deve ser levada em consideração, ou seja, há diferenças na expansão do vírus em escala nacional, estadual e regional. O Território do Sisal como observado, diferente da capital Salvador, aponta crescimento de número de casos confirmados, mas se avaliarmos separadamente cada município, esses apresentam características distintas. No Território do Sisal, duas situações se apresentaram: a primeira é o exemplo de Conceição do Coité que, ao avaliar a curva de número de casos confirmados, demonstra claramente a tendência ascendente; a segunda, em que se observa o contrário na curva de número de casos confirmados do município de Lamarão que apresenta a formação de um platô com tendência de estabilidade (Figura 9).



**Figura 9.** Gráfico de número de casos confirmados e tendências entre os municípios de Conceição do Coité e Lamarão, Bahia, Brasil. Fonte: Autoria própria.

### Considerações finais

Ao observamos fenômenos espaciais como as pandemias e sua disseminação na história, o nível de contágio mundial é extremamente mais rápido quanto maiores forem suas conexões. Mesmo com o conhecimento

científico de época sobre as pandemias que ocorreram no mundo, a política e a economia foram decisivas na adoção de medidas protetivas ou não. Deste modo, o mapeamento de pandemias é indispensável para o monitoramento e a tomada de decisão dos gestores públicos. Na pandemia da COVID-19, observou-se que o mundo se tornou uma única unidade epidemiológica, e a gestão das crises mostrou-se que deve ser administrada de forma global, regional e local.

Após o levantamento de diferentes pesquisas sobre a COVID-19 e seu monitoramento geográfico em várias regiões do mundo, constatou-se que há a necessidade do reconhecimento da análise espacial e seus profissionais para o monitoramento de pandemias. Fenômenos como a COVID-19 mudam de comportamento quanto à disseminação de acordo com a escala observável. Não se pode fazer o monitoramento espacial de uma pandemia sem considerar a escala. Um fenômeno pandêmico possui diferentes comportamentos para diferentes escalas, assim como pode mudar de território para território a depender das ações de políticas públicas e comportamento social expressos no espaço geográfico.

Para entender o comportamento e evolução da pandemia da COVID-19, a análise deve se utilizar de multivariáveis, ou seja, se trata de um fenômeno espacial que abarca diferentes facetas da estrutura social e ambiental, como a área atingida, a mobilidade da população, as atividades comerciais e industriais, a renda, a questão racial, entre outros fatores. Não apenas a dimensão espacial deve ser observada no combate a pandemias, mas a superfície onde ocorre esse fenômeno e sua relação com o tempo de propagação e suas variações no espaço. Adicionalmente, um fator imprescindível na história das pandemias e na disseminação da COVID-19 é a disponibilização de acesso à informação para a população de forma inteligível em cada localidade. O acesso livre de informação e dados, assim como sua divulgação, demonstrou ser um caminho promissor para contenção da expansão de pandemias.

## Referências

- BAGINSKY, A.; LEYDEN E.; GUTTMANN, S. **Die Influenza-Epidemie 1889/90, im Auftrage des Vereins de Innere Medicin em Berlim**. Biblioteca The National Library of Medicine de 1892.
- BAHIA. Coordenação Estadual dos Territórios. **Território de Identidade 04 – Sisal**. Salvador: Governo do Estado da Bahia, 2007.
- BASTEIRO, G. A. L.; CHACCOUR, C.; GUINOVART, C. *et al.* Monitoring the COVID-19 epidemic in the context of widespread local transmission. **The Lancet Respiratory Medicine**, v. 8, n. 5, p. 440-442, 2020.
- CAMPAGNA, M. Geographic Information and COVID-19 outbreak. Does the spatial dimension matter? **TeMA Journal of Land Use Mobility and Environment**, Special Issue, p. 31-44, 2020.
- CASTRO, B. L. G.; LIMA, J. S.; LÉDA, R. L. M. *et al.* COVID-19 no Território do SISAL. **Geoforme**, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2020.
- DONG, E.; HONGRU, D. U.; GARDNER, L. **Appendix: An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real-time**. Department of Civil and Systems Engineering, Johns Hopkins University, Baltimore, USA, 2020.
- GUIMARÃES, R. B.; CATÃO, R. C.; MARTINUCI, O. S. *et al.* O raciocínio geográfico e as chaves de leitura da COVID-19 no território brasileiro. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 99, 2020.
- GUZZI, P. H.; TRADIGO, G.; VELTRI, P. Spatio-Temporal Resource Mapping for Intensive Care Units at Regional Level for COVID-19 Emergency in Italy. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 10, p. 3344, 2020. Doi: [10.3390/ijerph17103344](https://doi.org/10.3390/ijerph17103344).

- HADFIELD, J.; MEGILL, C.; BELL, S. M. *et al.* Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution. **Bioinformatics**, v. 34, n. 23, p. 4121–4123, 2018.
- HILHORST, J. **Planejamento Regional, enfoque sobre sistemas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- HONIGSBAUM, M. The ‘Russian’ influenza in the UK: lessons learned, opportunities missed. **The Zurich Open Repository and Archive**, University of Zurich, 2011.
- HORTON, R. Offline: COVID-19 is not a pandemic. **Lancet**, v. 396, p. 874, 2020.
- LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M.; MAGUIRE, D. J. *et al.* **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.
- MEDEIROS, A. de A.; BARBOSA, I. R.; LIMA, K. C. de. Epidemia de COVID-19 no Brasil: uma análise dos primeiros 50 dias, **Cadernos de Educação, Saúde e Fisioterapia**, v. 7, n. 13, 2020.
- NOGUEIRA, R. E. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. 3. ed. Rev. e Ampl. Florianópolis: UFSC, 2009. 327 p.
- PATTERSON, K. D.; PYLE, G. F. The geography and mortality of the 1918 influenza pandemic. **Bulletin of the History of Medicine**, Spring, v. 65, n. 1, p. 4-21, 1991.
- SESAB - SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA. **Plano Estadual de Contingências para Enfrentamento do Novo Coronavírus – SARS-CoV-2**. Bahia: SESAB, 2020.
- SILVA, R. J.; SILVA, K. B.; MATTOS, J. B. Análise Espacial sobre a Dispersão da COVID-19 no Estado da Bahia. **Nota Técnica - SCIELO**, 2020.
- SOUZA, M. A. A. Regionalização: tema geográfico e político - o caso paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 50, p. 103-142, 1976.
- TAPTAP. **COVID-19 Report: Geospatial Analysis**. February 2020 - April 2020.
- VALLERON, A.; CORI, A. C.; VALTAT, S. *et al.* Transmissibility and geographic spread of the 1889 influenza pandemic. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 19, p. 8778–8781, 2010. Doi: [10.1073/pnas.1000886107](https://doi.org/10.1073/pnas.1000886107).
- ZAVATTA, R. An Analysis of Territorial Patterns in COVID-19 Mortality in France, Spain, Italy and the UK, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1101/2020.07.27.20162677>.

## **CAPÍTULO 13**

### **AS PANDEMIAS DE 1918 E 2020: APONTAMENTOS DE GEOGRAFIA DA SAÚDE E GEOGRAFIA HISTÓRICA**

Dr. Renato Leone Miranda Léda

# AS PANDEMIAS DE 1918 E 2020: APONTAMENTOS DE GEOGRAFIA DA SAÚDE E GEOGRAFIA HISTÓRICA

Renato Leone Miranda Léda<sup>19</sup>

## RESUMO

Apresenta-se aqui alguns apontamentos sobre a pandemia da chamada gripe espanhola em 1918-1919 e seus paralelos, semelhanças e diferenças, em face a atual pandemia da COVID-19. Nessas reflexões, foram colhidos subsídios que, partindo de algumas informações relativas à configuração social e geográfica dos acontecimentos do passado, contribuem para compreensão da grave crise que se afigura no presente. São abordadas questões a respeito da difusão espacial e dos condicionamentos sociais, políticos e geográficos dos dois episódios tão marcantes na história do século XX e na atualidade em relação aos processos de saúde-enfermidade, sobretudo do ponto de vista de seu alcance, difusão e distribuição escala mundial, bem como alguns aspectos da difusão das doenças e seus impactos socioespaciais no Brasil, especificamente na Bahia. O estudo dos episódios que marcaram a chegada, disseminação e desdobramentos de uma epidemia num lugar, num determinado momento da história, permite não somente o conhecimento da epidemiologia da doença, mas também uma apurada percepção das conexões sociais, econômicas, políticas e espaciais do problema da saúde nos recortes geográfico e histórico em foco. Nesse percurso, buscam-se aproximações entre os enfoques dos campos da Geografia da Saúde e da Geografia Histórica, combinados às contribuições da literatura nas áreas da História e das Ciências Sociais.

**Palavras-chave:** COVID-19, Geografia da saúde, Geografia histórica, Gripe espanhola.

---

<sup>19</sup>Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e graduado pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Integra o Grupo de Pesquisa Ambiente, Sustentabilidade e Paisagem (GASP) da Universidade Estadual da Bahia (UNEB), *campus* XI – Serrinha/BA, onde é professor titular no curso de Geografia. E-mail: renatolmleda@gmail.com.

## Introdução

No campo da Geografia Humana, os enfoques dedicados à análise da distribuição espacial das doenças, bem como das condições que favorecem ou limitam a “geografia dinâmica de las enfermedades infecciosas” (SORRE, 1967, p. 35) partiram de estudos hoje considerados clássicos no âmbito da análise espacial da disseminação das doenças e da então chamada “geografia médica” e levaram à proposição de conceitos como o de “complexos patogênicos”, formulado pelo geógrafo francês Max Sorre na década de 1930 o qual destaca as relações ecológicas entre o ser humano, os microrganismos parasitas (agentes patogênicos) e os hospedeiros ou vetores, dentro de determinadas condições ambientais.

A abordagem proposta aqui, apesar da relevante contribuição de Sorre, do ponto de vista de uma visão sistêmica das relações ecológicas e do conjunto de fatores que afetam a distribuição das doenças infecciosas, busca destacar a dimensão social dos processos de saúde-doença. O próprio autor francês reconhecia a ação humana e o meio social como fatores preponderantes em certos tipos de distribuição geográfica das enfermidades, em determinado momento histórico, como no caso de doenças transmitidas de forma direta entre indivíduos (tuberculose, varíola, gripes, por exemplo) e que alcançaram vasta área de expansão em todos os continentes. Da mesma forma, o ser humano também atua (e atuou historicamente) com um “condutor” de diversos tipos de hospedeiros, contribuindo para o transporte de doenças infecciosas de um continente a outro (SORRE, 1967, p. 38-39).

### **Aproximações entre Geografia da Saúde e Geografia Histórica para entender pandemias no passado e no presente**

A compreensão da distribuição e difusão espacial das doenças e da mortalidade a elas associada, que tradicionalmente compuseram o campo da “geografia médica” requer cada vez mais a consideração dos seus determinantes sociais, sobretudo no contexto da expansão da economia capitalista que implica profunda transformação do meio ecológico, urbanização em larga escala e unificação do espaço habitado (ecúmeno), com crescente movimentação de espécies animais e vegetais, migrações humanas em massa e drásticas mudanças de modos de vida das populações nas mais diversas regiões do planeta.

Tais processos que alteraram dramaticamente as interações entre sociedade e natureza se realizaram historicamente, de modo mais intenso, desde o início da expansão dos impérios coloniais europeus, a partir do século XV, mas se aprofundaram notavelmente no século XX, constituindo, assim, o espaço geográfico com os atributos de um “meio técnico-científico e informacional” (SANTOS, 1996) que se estende na atualidade sobre o mundo inteiro e torna-se cada vez mais onipresente, gerando, ao mesmo tempo, e contraditoriamente, uma interdependência assimétrica entre lugares e nações e processos de desenvolvimento geográfico desigual (HARVEY, 2007) em todas as escalas, do local ao global. São interações espaciais cada vez mais intensas, extensas (a curta, média e longa distância) e complexas, envolvendo (quase) todos os lugares numa teia de relações em múltiplas dimensões.

Assim, o raciocínio geográfico que se faz necessário e pertinente para compreender a difusão espacial da COVID-19 no contexto do mundo globalizado em que vivemos, incorpora os ensinamentos do passado, mas ultrapassa a tradicional abordagem dos problemas de saúde pública, inclusive aqueles aplicados a outros eventos antecedentes, requisitando uma visão de totalidade à qual os eventos se conectam (GUIMARÃES *et al.*, 2020).

É sob essa perspectiva, enriquecida pelo desenvolvimento do pensamento crítico na Geografia contemporânea, que envolve a dinâmica socioespacial nos estudos sobre a distribuição e os condicionamentos sociais, geográficos e históricos das doenças, que se pretende aqui fazer um breve paralelo entre as pandemias de 1918-19 e 2020-21, entre suas semelhanças e diferenças, com o intuito de agregar alguns elementos para melhor compreender a realidade na qual estamos inseridos no momento em que a COVID-19 faz milhões de vítimas no mundo e gera trágicas consequências econômicas e sociais, embora muito diferenciadas de país a país. Os paralelos entre as pandemias que dizem respeito a síndromes respiratórias graves provocadas por vírus também incluem reflexões sobre outras ocorrências significativas na história recente e que exigem e justificam tais comparações, conforme apontam Alvarez *et al.* (2009) e Nelson e Kaminsky (2020).

Como afirmam Barcelos *et al.* (2018), o campo da Geografia da Saúde na sua “configuração contemporânea” não se limita ao estudo das doenças, suas causas e fatores de distribuição, mas toda a complexidade dos problemas de saúde e das necessidades de populações e territórios, bem como as infraestruturas e serviços de atenção à saúde disponíveis e a desigualdade de acesso dos grupos em contextos socioespaciais cada vez mais complexos nos quais doenças infecciosas transmissíveis tradicionalmente conhecidas e estudadas, do ponto de vista epidemiológico, coexistem e interagem com uma gama heterogênea de outros tipos de agravos à saúde que incluem desde doenças não transmissíveis, cardiovasculares e crônico-degenerativos, à agravos que também abrangem situações de precarização do trabalho, acidentes de trânsito, doenças provenientes da poluição e degradação do meio ambiente, entre outros problemas entrelaçados às contradições sociais e ambientais do mundo moderno.

Assim, nos enfoques atuais desenvolve-se uma visão abrangente dos problemas e necessidades das populações e dos espaços, considerando as condições dominantes em cada contexto, bem como os recursos disponíveis, além das concepções que embasam as decisões e as ações empreendidas para o enfrentamento de tais problemas.

Dessa maneira, o estudo da distribuição das doenças transmissíveis no espaço e no tempo e de seus desdobramentos na vida social se enquadra num contexto mais amplo que requer a combinação de abordagens diversificadas e a consideração ponderada das determinações biológicas, ecológicas, técnicas, econômicas, sociais e políticas.

Porém, nos limites deste trabalho, entende-se que o aporte prioritário para a dimensão social, a partir de leituras geográficas e com o aporte de informações históricas essenciais, agregar elementos para a compreensão das doenças e análise da realidade sensível, é um enfoque que permite aprender, quiçá, algumas “lições” a partir da consideração de elementos e problemas significativos associados às pandemias de gripe espanhola em 1918-1919 e a da COVID-19, um século depois, num ensaio de confluência de leituras geográficas e históricas, em termos de mudanças e recorrências, assim como alguns aspectos das pandemias em países como Estados Unidos e Brasil.

Nesse sentido, a perspectiva da geografia histórica que busca a compreensão das “espacialidades do passado” contribui para o que se pretende discutir ao cotejar as pandemias em suas dinâmicas socioespaciais nas diferentes épocas e lugares. Nessa linha de raciocínio enfatiza a contextualização histórico-geográfica para estudar o “presente de então” e busca o quadro referencial maior daquele lugar/território, naquele tempo/período em seu enquadramento espaço-temporal (ABREU, 2000; SILVA, 2012).

As mudanças aludidas dizem respeito, evidentemente, aos respectivos contextos geopolíticos e socioeconômicos na comparação das situações vividas em cada época, aos processos de urbanização, aos diferentes níveis de dispersão ou adensamento das populações, aos meios técnicos de produção de bens, transporte e

comunicações, aos processos de integração e divisão dos espaços. Enfim, ao modo desigual que tais processos e elementos se consubstanciavam em diferentes partes do mundo.

Além dessas, não há de se negligenciar os avanços no conhecimento científico e nos recursos técnicos de prevenção, imunização, diagnóstico e tratamento das doenças que avançaram extraordinariamente no decorrer de um século. O desenvolvimento de vacinas e a sua adoção como ação prioritária de saúde pública no decorrer do século XX (FIOCRUZ, 2013) provocou mudanças significativas na dinâmica das populações e na expectativa de vida, proporcionando a redução das taxas de mortalidade e, conseqüentemente, desencadeando a transição demográfica que se operou, inicialmente nos países no centro do sistema mundial, alcançando posteriormente países periféricos da América Latina, Ásia e África.

Nessa confluência de leituras, observa-se recorrências importantes que dizem respeito às relações sociedade-espaço no decorrer da história, em termos de adensamento das populações, de um lado, e à mobilidade humana, às interações espaciais, de outro. Existem evidências historicamente sugeridas sobre a relação entre o adensamento das populações em determinadas áreas e a disseminação de doenças transmissíveis como processo recorrente em diferentes épocas e formações sociais. Desde períodos mais remotos da pré-história, as doenças transmissíveis existiam entre seres humanos como nômades caçadores-coletores, mas a mudança para modos de vida sedentários ligados à prática da agricultura há cerca de 10.000 anos propiciou a formação de comunidades em assentamentos humanos permanentes, favorecendo a ocorrência das epidemias. A malária, a tuberculose, a lepra, a gripe, a varíola e outras doenças surgiram provavelmente durante este período. Nesse sentido, entende-se que “os flagelos sanitários da humanidade sempre estiveram presentes desde que se criaram condições para a existência de aglomerados populacionais” (CARVALHEIRO, 2008).

Porém, trazendo a discussão para o atual contexto, recomenda-se cautela antes de fazer afirmações categóricas a respeito da densidade populacional como fator de disseminação das doenças contagiosas. Em recente estudo sobre o peso do tamanho da população e da densidade demográfica em face a incidência dos casos de COVID-19 nas cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes (NETTO *et al.*, 2020), foi verificada uma correlação estatística positiva: quanto maiores e mais adensadas, maior a probabilidade de ocorrência de casos porque nessas cidades as propriedades de tamanho e densidade potencializam as interações sociais e intensificam os contatos, no espaço e no tempo, constituindo fator de risco, sobretudo numa doença que depende da transmissão pessoa a pessoa.

No entanto, é preciso lembrar que a distribuição espacial da população nas cidades varia significativamente conforme fatores econômicos, sociais, ambientais e de infraestrutura, de modo que a Organização das Nações Unidas, no Relatório Mundial das Cidades 2020 (ONU, 2020), embora admita que a “densidade urbana se correlaciona com a propagação da doença”, adverte que provavelmente sejam os altos níveis de aglomeração ou “superlotação” em espaços específicos que representem um fator mais ponderável, sobretudo em áreas com saneamento inadequado. Acrescenta-se as diferenças de renda, trabalho e habitação que caracterizam distintos segmentos da população, e suas discrepantes possibilidades de adotar medidas de distanciamento social e outras normas sanitárias de forma adequada à situação da pandemia. Para o caso da cidade de São Paulo, por exemplo, ficou constatado o deslocamento das maiores taxas de mortalidade por COVID-19 das áreas com melhores condições socioeconômicas, nas primeiras semanas, para as áreas com piores indicadores (bermudi *et al.*, 2021). Na cidade de Santa Maria (RS) foi observado movimento semelhante de evolução espacial com aumento da incidência, no decorrer das semanas epidemiológicas, em bairros periféricos que apresentam situações de vulnerabilidade ou privação social elevada (RIZATTI *et al.*, 2021). As evidências e estudos nesse sentido se acumulam em relação à atual pandemia, o que permite afirmar a notável importância do contexto socioeconômico e da configuração social dos espaços urbanos para explicar a evolução espaço-temporal da

COVID-19 por diversos motivos correlacionados. As densidades demográficas e de moradores por residência, são apenas algumas das variáveis a serem consideradas no quadro geral de desigualdade nas cidades brasileiras. Essa perspectiva da crucial relação entre as condições materiais de vida da população, a precariedade das habitações e o quadro sanitário da cidade, no caso de Salvador, foi ressaltada também na análise histórica da gripe espanhola na Bahia (SOUZA, 2009), como será apontado mais adiante.

Por outro lado, a mobilidade humana, os meios de transporte e as redes de circulação tem evidente papel na difusão das doenças. Migrações, comércio, navegações, guerras, conquistas coloniais, entre outros, são processos sociais e espaciais milenares, recorrentemente atualizados em novos contextos geo-históricos, de acordo às condições vigentes e recursos técnicos existentes em cada época e em cada território. Malgrado a enorme heterogeneidade de motivações e situações registradas na História, os processos de mobilidade humana no espaço terrestre implicaram sempre, de alguma forma, a intensificação dos contatos entre membros de diferentes populações, oriundos dos mais diversos quadros socioculturais e ecológicos, e, portanto, a maior probabilidade de difusão de patógenos de um lugar ao outro, de uma sociedade a outra. A disseminação da peste bubônica da Ásia Central para o sul da Ásia, Oriente Médio e à Europa, a partir do século XIV (SOURNIA e RUFFIE, 1984), da varíola e do sarampo da Europa à América no curso das Grandes Navegações, invasões/conquistas coloniais realizadas, sobretudo, por espanhóis e portugueses, e da circulação acelerada de espécies animais, vegetais, seres humanos e microrganismos a partir do séc. XVI (WAIZBOR e PORTO, 2018; MARTINS, 2020) e, já no século XX, da gripe espanhola ao final da I Guerra Mundial, são alguns exemplos notórios das correlações entre esses eventos geo-históricos abrangentes que constituem etapas dos processos de unificação ou integração biológica e humana do planeta.

É mister lembrar que epidemias e pandemias ocorreram ao longo dos séculos, em diferentes regiões do mundo, em diferentes contextos, como mencionado, mas é possível observar certas semelhanças ou recorrências quanto às formas de disseminação dessas doenças infectocontagiosas, assim como das medidas e práticas utilizadas nas tentativas de contê-las, além de seus significados e desdobramentos socioculturais e até mesmo políticos, abrangendo uma ampla gama de problemas e debates no campo das ciências humanas.

Da mesma forma cabe relembra que o termo pandemia se refere ao alcance geográfico mais extenso, que pode chegar às escalas continental ou mundial, e à intensidade e velocidade do contágio, conforme o entendimento adotado pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2021). Foi evidentemente o caso da gripe espanhola e é hoje o da COVID-19. São muitos os motivos que levam à comparação sugerida entre as pandemias, o que já foi objeto de diversos estudos e debates, se deve a semelhança das formas de contágio à rapidez da disseminação da doença e a escala mundial de seu alcance, além da semelhança dos relatos de ontem e de hoje que dão conta de hospitais sobrecarregados, de pacientes que morrem apesar dos esforços de enfermeiras exaustas, de famílias arrasadas, cemitérios lotados, lojas e escolas fechadas.

### **Gripe espanhola: O quê? Onde? Quando?**

Em 1918, em duas ondas sucessivas, sendo a segunda, a partir de agosto daquele ano, muito mais grave que a primeira, uma pandemia de gripe, chamada então de “espanhola” se disseminou rapidamente, atingindo de início os Estados Unidos (provável lócus de origem, entre soldados que lutaram a I Guerra Mundial) e a Europa Ocidental, atingindo todos os continentes no mês de setembro em diante. A “Grande Gripe”, hoje sabemos, foi causada pelo vírus Influenza A (H1N1), provocando a morte de 20 a 50 milhões de pessoas, segundo algumas estimativas, nos últimos meses daquele ano em todo o planeta. O conjunto dos acontecimentos e

processos inter-relacionados ressaltam o caráter social e político dessa epidemia, à qual se pode efetivamente definir como um fenômeno global.

A Gripe Espanhola no Brasil e na Bahia, no ano de 1918, provocou inúmeros problemas sociais e de atendimento às necessidades médico-sanitárias da população, desorganizando os serviços públicos e o cotidiano da população das principais cidades do país, mas sua evolução e disseminação foram diferenciadas. Existem estimativas de 14.000 mortes no Rio de Janeiro e 2.000 em São Paulo (ROCHA, 2006). Os dados são incertos sobre a Bahia (400 óbitos em Salvador, segundo alguns registros, até o momento da escrita deste capítulo).

O papel dos meios de transporte e das redes de circulação se revela decisivo na forma como doenças contagiosas “viajam” de um lugar a outro, ou de um continente a outro, em diferentes momentos da história, sobretudo a partir de inovações técnicas que reduzem o tempo de deslocamento a grandes distâncias. A gripe “espanhola”, por exemplo, se espalhou por todos os continentes, sobretudo através da navegação marítima e depois pelos meios de transportes terrestres, como as ferrovias. No Brasil, chegou em navios, inicialmente, em cidades portuárias como Recife, Salvador e Rio de Janeiro, em setembro de 1918 (ROCHA, 2006).

Por outro lado, segundo Souza (2009), a disseminação em Salvador foi rápida e intensa, atingindo inicialmente trabalhadores do porto, se espalhando a partir daí por diferentes partes da cidade. Poucas semanas depois, a intensa navegação entre Salvador, Cachoeira, Ilhéus, Canavieiras, Porto Seguro e outras cidades interligadas pelos “vapores” da *Companhia de Navegação Bahiana* contribuiu para espalhar a doença nesta faixa litorânea.

Da mesma forma, as conexões entre cidades baianas ligadas às estradas de ferro, fez do trem o meio de transporte que acelerou a difusão do vírus no Sertão, sobretudo, mas não somente, em cidades diretamente servidas pelas principais ferrovias, como a Estrada de Ferro Bahia ao São Francisco, que interligava Salvador a Alagoinhas, Serrinha, Senhor do Bonfim e Juazeiro. Também rumo à Chapada Diamantina, saindo do porto de Cachoeira a gripe “viaja” pela Estrada de Ferro Central da Bahia. Por ambas as ferrovias, a epidemia invadiu o sertão, irradiando-se por trilhos que, por sua vez, se conectavam “aos rios que cortavam o território baiano e com as trilhas e estradas de terra palmilhadas pelos caixeiros e tropeiros” (SOUZA, 2009, p. 272). Como que respeitando a hierarquia das cidades e localidades organizadas nas redes urbanas, observava-se que “A gripe segue sempre uma marcha interessante” começando pelas maiores cidades conectadas às rotas de navegação ou linhas férreas de onde se dissemina em várias direções até “ganhar finalmente, as localidades mais isoladas” (FERREIRA, 1900 apud SOUZA, 2009, p. 259).

De acordo com Souza (2009), após extensa análise de documentos da época, a doença afetou grande parte da população que a contraiu, apesar do número relativamente pequeno de óbitos registrados, alterando o cotidiano e a vida pública na cidade de Salvador, tanto em face ao medo provocado e outros desdobramentos nos comportamentos coletivos, como também em decorrência das ações adotadas pelas autoridades. Nesse contexto, aponta a autora, vivia-se uma época na qual, em Salvador e outras capitais brasileiras, prevaleciam tendências autoritárias de gestão do espaço urbano marcadas pelo “urbanismo higienista” e pela modernização viária e, em contraponto, a grande precariedade dos serviços de saúde pública, a pobreza extrema e as péssimas condições de existência da maioria da população, submetida a relações de trabalho aviltantes e ao crônico déficit habitacional que obrigava as famílias pobres a morar, “precariedade” em “velhos sobrados encortçados”, “sobrelomas”, “avenidas” e “casas de cômodo, imóveis de baixo aluguel que proliferavam nos bairros operários e distritos do antigo centro de Salvador” (SOUZA 2009, p. 193). Era esse o cenário socioespacial da ocorrência da epidemia entre 1918 e 1919.

## COVID 19: caminhos, redes e escalas

Se a gripe espanhola se espalhou rapidamente em todos os continentes, levada por navios e trens, provocando tantas mortes em quase todos os países, numa época em que a população mundial era de aproximadamente dois bilhões de habitantes e a taxa de urbanização era cerca de 20%, no contexto atual da pandemia do novo coronavírus (em 2020) vivemos num mundo habitado por mais de 7,8 bilhões de pessoas, com uma taxa de urbanização geral de 56% (ONU, 2020), muito mais interligado e conectado, no qual as viagens internacionais são muito frequentes e rápidas, e onde existem centenas de cidades com mais de um milhão de habitantes. Em tal cenário a disseminação de um vírus desse tipo pode acontecer em velocidade muito maior e ter um alcance espacial muito mais disseminado, como estamos observando na atualidade.

Sobre o contraste dos cenários médico-sanitário e tecnológico da gripe espanhola e a da gripe suína de 2009, ou da COVID-19 em 2020, observa-se que “A gripe hoje viaja por aviões, as notícias propagam-se quase em tempo real, as pessoas morrem principalmente em hospitais, em sua maioria péssimos, mas integrados a uma rede de instituições médico-sanitárias muito mais densa que a de 1918-1919” [...] (ALVAREZ, 2009, p. 3), além de todo conhecimento científico disponível e do aparato de cooperação entre órgãos de saúde em âmbito internacional, o que não existia na época.

A hierarquia do centro urbano formando redes que organizam os espaços em áreas de influência das cidades, fenômeno geográfico amplamente estudado, exerce um considerável peso e constitui um fator-chave na explicação dos processos de difusão das doenças transmissíveis, como verificado inclusive em relação à gripe espanhola no início do século XX, na Bahia. Da mesma forma, a distribuição espacial das estruturas e dos serviços de atendimento à saúde, obedece, de modo geral, essa lógica hierarquizada.

Reflexões e pesquisas recentes sobre os padrões de difusão da COVID-19 (BATELLA e MIYAZAKI, 2020; COCCO *et al.*, 2020; GUIMARÃES *et al.*, 2020) apontam que este processo está correlacionado às interações espaciais em redes urbanas, sem dúvida, porém, esses padrões tendem a ser mais complexos na atualidade devido a uma série de razões, entre elas a ampliação da escala e a intensificação das relações econômicas, sobretudo aquelas que envolvem conexões rápidas a longa distância ou o aumento da mobilidade espacial para além dos espaços imediatos de vivência local, fenômeno associado a uma miríade de relações de trabalho e consumo que configuram laços de dependência em espaços mais abrangentes.

Mirando o foco para realidades mais próximas, com base em dados preliminares referentes à disseminação do novo coronavírus no Território de Identidade do Sisal na Bahia, entre agosto e setembro de 2020 (CASTRO *et al.*, 2020), observa-se que as interações espaciais em rede urbanas influenciam esse processo de difusão numa escala regional, de modo que maiores cidades, mais diretamente conectadas aos principais corredores de circulação rodoviária registram maior número de casos e/ou maiores coeficientes de incidência, por 100 mil habitantes, em contraste com pequenas cidades menos articuladas por tais redes. No entanto, a evolução do processo é desigual e cambiável, o que requererá análises mais detalhadas, que levem em conta a combinação de outras variáveis em novas pesquisas.

### **Epidemias: paralelos socioculturais?**

Diferentes autores que se dedicaram ao estudo das narrativas construídas a respeito das epidemias em diferentes épocas e contextos socioculturais apontam certa semelhança nos comportamentos e atitudes observadas em lugares e momentos diversos. Apesar da cautela que se deve ter para evitar comparações sem fundamento e anacronismos, é interessante registrar alguns paralelos. Segundo Santos (2006) a comparação entre

determinados fenômenos históricos pode revelar semelhanças, “em distintas formações sociais”. O exame das epidemias revelaria que certos tipos de comportamentos e percepções sociais, políticos e culturais são recorrentes, apesar dos contextos diferentes. É o que o autor identifica ao selecionar registros ou narrativas sobre a Peste na Europa Ocidental (em 1348) e sobre a Gripe Espanhola no Brasil (em 1918), em variadas fontes, sobretudo crônicas literárias que relatam a visão de autores que testemunharam os acontecimentos.

Outros autores admitem também a recorrência de narrativas sobre eventos epidêmicos como expressão das semelhanças quanto às experiências historicamente vivenciadas em épocas e sociedades distintas. “Há uma espécie de dramaturgia comum às epidemias” (SOUZA, 2005) que chegou a inspirar a formulação de “modelos explicativos” por parte de historiadores, tal como “atos” no desenrolar de um drama teatral. Seja como for, estaria sempre em jogo em situações de epidemia a necessidade de explicar e combater a doença, daí também a percepção de que “as respostas parecem se repetir ao longo da história”. Também se observa, como aponta Santos (2006) que, em diferentes contextos de graves epidemias, há tendência a atribuir o mal ao castigo divino contra os pecados dos homens ou associar a doença a “indivíduos de comportamento suspeito” como judeus ou negros.

Numa outra perspectiva, Moutinho (2020) faz alguns paralelos entre o episódio da Revolta da Vacina que explodiu no Rio de Janeiro em 1904 e a rejeição por parte da população às normas de distanciamento social e uso de máscaras, por exemplo, na atual pandemia causada pelo novo coronavírus (o SARS-CoV-2). Em situações de epidemia a adoção de medidas e normas sanitárias restritivas é comum, lembra o autor, ocasionando muitas vezes reações negativas de distintas magnitudes. O primeiro episódio se deu em razão de drásticas ações governamentais no Rio de Janeiro, no início da República, baseadas no urbanismo higienista, visando à modernização da cidade, expulsando moradores pobres de suas habitações ou autorizando funcionários a invadirem residências para promover “desinfecções”, no combate à febre amarela. A obrigatoriedade da vacina contra a varíola e a truculência de sua aplicação foi apenas o estopim dos distúrbios. Na pandemia da COVID-19 um conjunto complexo de fatores político-ideológicos e socioeconômicos cria significativas dificuldades para a aceitação e aplicabilidade das recomendações técnicas oriundas da Organização Mundial da Saúde, limitando sua efetividade, gerando conflitos e, no limite, perda de vidas. São fatores que vão desde a difusão de discursos negacionistas por parte de líderes religiosos e autoridades, os quais estimulam atitudes irresponsáveis e buscam justificar políticas incipientes, até à condição de vulnerabilidade social de moradores de favelas e periferias, assim como de trabalhadores ameaçados pelo desemprego ou que são obrigados a manter atividades informais como única fonte de renda, expondo-se mais abertamente ao risco.

### **Últimos apontamentos: toda pandemia é histórica, é geográfica, é política!**

Semelhanças e diferenças, continuidades e mudanças, processos históricos e relações espaciais são perspectivas que, combinadas, ajudam a ampliar a compreensão dos processos saúde-doença, suas determinantes e implicações, reforçando a importância de fatos geográficos fundamentais (localização concentrada, circulação e interações espaciais, desigualdades socioespaciais), para explicar eventos em diferentes tempos históricos.

Ao confrontar as situações vividas e as medidas públicas básicas adotadas nos EUA em 1918 e 2020, Nelson e Kaminsk (2021) chamam atenção a respeito da insuficiência e perigo de políticas de saúde públicas desarticuladas, fragmentadas em nível local.

Em artigo publicado no *The New York Time*, Leatherby e Harris (2020), apresentaram uma análise baseada em dados da Universidade de Oxford (Reino Unido) sobre a realidade da disseminação e das tentativas de controle da COVID-19 nos EUA. A publicação ressaltou a relação entre as políticas, mais ou menos rigorosas,

adotadas em cada estado e a gravidade [maior ou menor] do surto, relação que se tornou mais clara à medida que a pandemia progredia, de março a novembro. Na época, o referido artigo destacava que os casos do novo coronavírus estavam aumentando em quase todos os estados americanos, mas que a situação era pior “em lugares onde as autoridades negligenciaram os esforços de contenção de vírus ou falharam em implementar medidas básicas (...)”, tais como a obrigatoriedade de uso de máscaras, dentre outras.

Numa linha de análise semelhante que evidencia a associação entre atitudes e valores políticos e a maior ou menor disseminação do coronavírus no Brasil, Mendonça (2021) publicou no jornal *Valor Econômico* um estudo realizado onde utilizou cruzamento dos dados do Painel Coronavírus do Ministério da Saúde e o Repositório de Dados Eleitorais do Tribunal Superior Eleitoral (TSE). O referido estudo evidenciou uma correlação entre votos no então candidato à presidência, Jair Bolsonaro, e a incidência (por 100 mil habitantes) dos casos de COVID-19. No conjunto dos 5.570 municípios brasileiros, quanto maior o percentual de votos de Jair Bolsonaro nas eleições de 2018, maior tem sido a taxa de infecção pelo coronavírus. Por outro lado, quanto menor a adesão eleitoral de Bolsonaro nos municípios, como na maior parte do Nordeste, menos frequentes são os casos de COVID-19, proporcionalmente à população de cada município. A dimensão política da problemática de epidemias/pandemias (SOUZA, 2005; BERTOLI FILHO, 2020), dessa forma, se evidencia recorrentemente.

A atual constatação de retrocessos do papel social do Estado e do atendimento de demandas e carências urgentes e estruturais, diante da grave crise sanitária vivida no país e no mundo, escancaram as contradições sociais e espaciais e revelam com nitidez a premente necessidade de políticas públicas diferenciadas e articuladas em todas as escalas, e cada vez mais em âmbito de coordenação entre os entes federativos, no Brasil, assim como de cooperação internacional/ mundial.

## Referências

- ABREU, M. A. Construindo uma geografia do passado: Rio de Janeiro, cidade portuária, século XVII. **GeoUSP**. v. 4, n. 1. Universidade de São Paulo, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2000.123400>. Acesso em: jun.2021.
- ALVAREZ, A.; CARBONETTI, A.; CARRILLO, A. M. et al. A gripe de longe e de perto: comparações entre as pandemias de 1918 e 2009 **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**. v. 16 n. 4, Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-59702009005000001>. Acesso em: jun.2020.
- Barcellos, C.; BUZAI, G. D.; Handschumacher, P. Geografia e saúde: o que está em jogo? História, temas e desafios. **Confins** [Online], n. 3, 2018. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/14954>. Acesso em: abr.2019.
- BATELLA, W.; MIYAZAKI, V. K. Relações entre rede urbana e COVID-19 em Minas Gerais. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, p. 102-110. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/Hygeia0054622>. Acesso em: jun.2021.
- BERMUDI, P. B. M.; LORENZ, C.; AGUIAR, B. S. de *et al.* Spatiotemporal ecological study of COVID-19 mortality in the city of São Paulo, Brazil: Shifting of the high mortality risk from areas with the best to those with the worst socio-economic conditions. **Travel Medicine and Infectious Disease**. v. 19. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101945>. Acesso em: jun. 2021.
- BERTOLI FILHO, C. “Todas as epidemias tem uma dimensão política”, diz antropólogo. [Entrevista cedida a Edison Veiga]. **TAB - Universo On-Line** (UOL), 20.04.2020. Disponível em <https://tab.uol.com.br/noticias/redacao/2020/04/20/todas-as-epidemias-tem-uma-dimensao-politica-diz-antropologo.htm>. Acesso em: jun.2021.

- CARVALHEIRO, J. R. Epidemias em escala mundial e no Brasil. **ESTUDOS AVANÇADOS**, v. 22, n. 64. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000300002>. Acesso em: jun.2021.
- CASTRO, B. L. G.; LIMA, J. S.; LÉDA, R. L. M. *et al.* COVID-19 no Território do SISAL. **Geoforme**, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2020.
- COCCO, R. G.; COLLISHONN, E.; MEURER, M. Relações entre a distribuição espacial da COVID-19 e a dinâmica das interações espaciais no estado do Rio Grande do Sul. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. p. 183 – 192. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/Hygeia0054406>. Acesso em: mai.2021.
- FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **A importância da vacinação**. 2013. Disponível em <https://www.biofiocruz.br/index.php/br/noticias/603-a-importancia-da-vacinacao>. Acesso em mai.2021.
- GUIMARAES, R. B.; CATÃO, R. C.; MARTINUCI, O. S. *et al.* O raciocínio geográfico e as chaves de leitura da COVID-19 no território brasileiro. **ESTUDOS AVANÇADOS**, v. 34, n. 99. 2020. Disponível em: <https://doi.org.10.1590/s0103-4014.2020.3499.008>. Acesso em: mai.2021.
- HARVEY, D. **Notas hacia una teoria del desarrollo geográfico desigual**, 2007. Disponível em: <http://www.geobaires.geoamerica.org>. Acesso em: mai.2021.
- LEATHERBY, L.; HARRIS, R. States That Imposed Few Restrictions Now Have the Worst Outbreaks. **The New York Times**, 18 nov. 2020. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2020/11/19/world/states-that-imposed-few-restrictions-now-have-the-worst-outbreaks.html>. Acesso em: mai.2021.
- MARTINS, R. N. Gripes, micróbios e lombrigas: nota sobre a primeira globalização da era moderna. In: ALMICO, R. C. S.; Goodwin JR., J. W.; SARAIVA, L. F. (org.). **Na saúde e na doença - história, crises e epidemias: reflexões da história econômica na época da COVID-19**. São Paulo: HUCITEC Editora, 2020. Disponível em: <https://docplayer.com.br/189631880-Na-saude-e-na-doenca-historia-cri-ses-e-epidemias-re-exoes-da-historia-economica-na-epoca-da-COVID-19-organizacao-hucitec-editora.html>. Acesso em: jun.2021.
- MENDONÇA, R. Contágio da COVID-19 cresce em áreas de voto bolsonarista. **Valor Econômico – Política**. Publ. 24 de maio de 2021. Disponível em: <https://valor.globo.com/politica/noticia/2021/05/24/contagio-da-COVID-19-cresce-em-areas-de-voto-bolsonarista.ghtml>. Acesso em: mai.2021.
- MOUTINHO, F. F. B. Conflitos da sociedade brasileira com as normas sanitárias: um paralelo entre a revolta da vacina e a pandemia de COVID-19. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, p. 60-71. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/Hygeia0054392>. Acesso em: jun.2021.
- NELSON, B.; KAMINSKY, D. B. History repeated: Applying lessons from the 1918 flu pandemic. **ACS Journals: Cancer Cytopathology**. v. 129, n. 2, p. 97-98, 2020. Disponível em: <https://doi.org./10.1002/cncy.22408>. Acesso em: mai.2021.
- NETTO, V. M.; RIBEIRO, F. L.; CARVALHO, C. L. S. *et al.* As cidades na pandemia: o papel do tamanho e da densidade urbana. **Caos Planejado**. 2020. Disponível em: <https://caosplanejado.com/as-cidades-na-pandemia-o-papel-do-tamanho-e-da-densidade-urbana/>. Acesso em: jun.2020.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **Relatório mundial das cidades 2020: the value of sustainable urbanization**. Disponível em [https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/11/key\\_messages\\_summary\\_portuguese.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/11/key_messages_summary_portuguese.pdf). Acesso em: mai.2021.
- OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Histórico da pandemia de COVID-19**. 2021. Disponível em <https://www.paho.org/pt/COVID19/historico-da-pandemia-COVID-19>. Acesso em: jun.2021.

- RIZZATTI, M.; SPODE, P. L. C.; BATISTA, N. L. *et al.* Evolução e periferação da COVID-19 na área urbana de Santa Maria, RS: traçando padrões espaciais. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, p. 441 – 449. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/Hygeia0054554>. Acesso em: jun.2021.
- ROCHA, J. **Pandemia de gripe de 1918**. IN **Vivo - FIOCRUZ**. Rio de Janeiro. 2006. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=815&sid=7&tpl=printervie>. Acesso em: ago.2020.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: Técnica e tempo. Razão e Emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.
- SANTOS, R. A. dos. O Carnaval, a peste e a ‘espanhola’. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, n. 1, p. 129-58. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/Z9Lr5HqtjXzFsTD5FFvGFBQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: jun.2021.
- SILVA, M. W. A Geografia e o estudo do passado - Conceitos, periodizações e articulações espaço-temporais. **Terra Brasilis (Nova Série)** [Online], n. 1. 2012. Disponível em: <http://terrabrasilis.revues.org/246>. Acesso em fevereiro 2013. Acesso em: jun. 2021.
- SORRE, M. **El hombre en la Tierra**. Barcelona: Labor, 1967.
- SOURNIA, J. C.; RUFFIE, J. **As epidemias na história do homem**. Lisboa: Edições 70, 1984.
- SOUZA, C. M. C. de. As dimensões político-sociais de uma epidemia: a paulicéia desvairada pela gripe espanhola. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 12, n. 2. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000200023>. Acesso em: mai.2021.
- SOUZA, C. M. C. de. **A gripe espanhola na Bahia: saúde, política e medicina em tempos de epidemia**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; Salvador: Edufba, 2009.
- WAIZBORT, R.; PORTO, F. Epidemias e colapso demográfico no México e nos Andes do século XVI: contribuições da biologia evolutiva. **História, ciências, saúde - Manguinhos**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 391-407. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-59702018000200006>. Acesso em: jun.2021.

## **CAPÍTULO 14**

### **NEGACIONISMO CIENTÍFICO E COVID-19: UMA ANÁLISE SOCIOPOLÍTICA**

Me. Daniel Romero

# NEGACIONISMO CIENTÍFICO E COVID-19: UMA ANÁLISE SOCIOPOLÍTICA-

Daniel Romero<sup>20</sup>

## RESUMO

Nas três crises que ora enfrentamos – a sanitária, a econômica e a política – o governo brasileiro e o presidente da República têm apostado em uma estratégia de gestão da pandemia que tem prolongado as duas primeiras, o que seria um contrassenso em qualquer governo convencional. Diante da tragédia de vidas perdidas, da crise econômica e do desgaste político, a pergunta que persiste sem resposta plausível é: por que o governo atual insiste no negacionismo científico como forma de gestão da pandemia da COVID-19? O objetivo deste capítulo é analisar as afinidades estratégicas entre o negacionismo científico e o bolsonarismo, como os usos da indústria da desinformação, teorias da conspiração, política do medo, discurso de ódio e manipulação de emoções. Além da introdução, o capítulo é dividido em mais duas partes: aborda as afinidades entre a anticiência e a antipolítica, além de analisar as características principais de como opera o negacionismo científico na pandemia no Brasil. Por fim, nas considerações finais, são levantadas questões de como contribuir para a superação do negacionismo científico.

**Palavras-chave:** Bolsonarismo, Negacionismo científico, Pandemia COVID-19, Populismo médico.

---

<sup>20</sup>Mestre em Sociologia e graduado em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Docente de Sociologia no ensino superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Salvador. E-mail: romeromab@yahoo.com.br.

## Introdução

O Brasil é um dos piores exemplos mundiais de combate à pandemia da COVID-19. Em meados de junho de 2021, quando 500 mil vidas foram perdidas pela doença, o país concentrava 30% das mortes no mundo, mesmo representando apenas 2,7% da população mundial. Sob qualquer critério que se queira analisar no “*ranking* da COVID”, o Brasil sempre aparece nos primeiros lugares (MAGENTA, 2021). Mesmo com as evidências da eficácia das vacinas, do uso da máscara e das medidas de distanciamento social no combate à pandemia e, em contrapartida, da ineficácia do que ficou conhecido como “tratamento precoce”, por que o governo brasileiro continua insistindo em uma postura negacionista?

Mesmo se considerássemos um completo desprezo por parte do governo no intuito de preservar a vida da população e levássemos em conta exclusivamente a intenção de retomada o quanto antes da atividade econômica, ainda assim a vacinação em massa é o meio mais eficiente para o retorno das atividades comerciais, como se pode perceber em regiões que já atingiram este patamar, como Israel e partes dos EUA. No entanto, mesmo esta agenda econômica, tão cara aos grupos empresariais que apoiam o governo, está subordinada a declarações públicas e medidas negacionistas do atual presidente, prolongando a pandemia no tempo, dificultando a recuperação econômica e aumentando o desgaste do governo ao ter que conviver com altos níveis de desemprego. Portanto, por que esta insistência, uma vez que a Ciência seria uma aliada da recuperação econômica e estabilização política?

Além disso, considerando que a principal experiência de gestão negacionista da pandemia foi um fracasso, com a não reeleição do presidente dos EUA em 2020, por que o Brasil insiste em uma estratégia política altamente duvidosa e que se mostrou derrotada em outros países?

Nas três crises que ora enfrentamos – a sanitária, a econômica e a política – o governo brasileiro têm apostado em uma estratégia de gestão da pandemia que tem prolongado as duas primeiras, o que seria um contrassenso em qualquer governo convencional. Assim, questionar as razões dessa insistência contribui para que possamos evitar tanto uma resposta de caráter moral (alegando que a chave estaria na falta de empatia ou na maldade dos membros do governo) quanto uma resposta que se apoie nas limitações de conhecimento do presidente que, ao assumir um estilo de enfrentamento da pandemia da COVID-19 que pode ser caracterizado como “populismo médico” (Cf. LASCO, 2020; CASARÕES e MAGALHÃES, 2021), procura fortalecer o processo de desdemocratização que passa o país, tornando o negacionismo científico um eixo mobilizador de um projeto autoritário de caráter personalista.

Não se trata da Cloroquina em si, mas da própria desinformação. Não se trata de autonomia dos médicos, mas de questionar a autoridade de instituições que estes movimentos não conseguem subordinar (como as Universidades Públicas). Não se trata da origem da vacina, mas do estímulo à política do medo e discurso de ódio. Não se trata nem mesmo de salvar empregos contra as medidas restritivas, mas de estimular rupturas institucionais.

Desinformação, crise de autoridade, teorias da conspiração, crise de representação, política do medo, manipulação de emoções, todos estes elementos estiveram presentes no Brexit, bem como em diversas eleições vencidas por governos de extrema direita nos últimos anos. Mas, principalmente, também estiveram presentes nos eventos frutos de derrotas eleitorais, como o “06 de janeiro” dos EUA e a tentativa golpista do fujimorismo no Peru.

É na aposta destas estratégias de mobilização que se procura construir uma base de apoio popular para Jair Bolsonaro, favorável a uma saída autoritária frente a um eventual agravamento da crise política no país ou derrota eleitoral em 2022, repetindo o roteiro adotado por Donald Trump após sua derrota eleitoral.

Decifrar o atual governo brasileiro é tão importante quanto decifrar o novo coronavírus. Ao mesmo tempo, a forma como a crise política no Brasil será superada, em paralelo à crise sanitária, nos dará indicações do que conseguiremos aprender com a pandemia.

Este capítulo busca analisar as afinidades estratégicas entre o negacionismo científico e o bolsonarismo e, para isto, conta com três tópicos onde destaco as afinidades entre o negacionismo científico e a negação da política, identifico as características principais de como opera o negacionismo científico na pandemia atual e levanto questões de como contribuir para a superação do negacionismo científico.

### **Negacionismo Científico: em direção a um movimento social?**

O negacionismo científico é uma posição sistemática e recorrente de rejeitar explicações sobre as quais existe consenso científico baseado em evidências. A recusa em reconhecer o Holocausto, negar o aquecimento global e o papel da ação humana neste fenômeno, descartar a evolução como explicação da origem das espécies, não considerar o vírus HIV como causador da AIDS, são apenas alguns dos exemplos mais conhecidos de negação da Ciência.

Por ser um fenômeno bastante heterogêneo e difuso, é importante delimitar a compreensão do negacionismo a uma posição de caráter ideológico, uma atitude consciente de recusa da realidade. Embora estejam relacionados, o negacionismo se difere da mera falta de informação ou da falta de conhecimento.

Diferente do que se propugna uma perspectiva liberal, não há correlação direta entre baixo nível de escolaridade e uma atitude de desconfiança à ciência (CASTELFRANCHI *et al.*, 2013, p. 1180). Em casos específicos, inclusive, se observa o inverso. Os grupos antivacina “clássicos” no Brasil – isto é, antes da pandemia – eram essencialmente formados por famílias de classe média e altos níveis de escolaridade (LEVI, 2013, p. 20) e são justamente os países mais desenvolvidos em que se tem maior desconfiança em relação à eficácia das vacinas (ANDRADE, 2019).

Estilos de vida associados a medicina alternativa, posições políticas (progressistas ou conservadoras), crenças religiosas, valores morais e concepções ultraindividualistas, estas são algumas das razões que se constituem como restrições ou mesmo barreiras para as proposições científicas.

Quando explicações científicas se opõem a crenças consolidadas em um determinado sujeito, não raro se recorre a ignorar de forma seletiva tais evidências, negando aquela proposição em particular, mesmo que se mantenha uma atitude positiva em relação ao saber científico de modo geral. Neste caso, o negacionismo científico opera por meio de uma “negociação interna”, de uma tentativa de prolongar ao máximo uma difícil convivência entre crenças e evidências. Eventualmente, pode-se tratar com desdém os que acreditam no terraplanismo, mas o mesmo sujeito procura argumentos razoáveis para tentar justificar a recusa à teoria da evolução.

Frente a posições que exigiriam do sujeito uma superação de concepções que estruturaram a trajetória de sua vida e que compõem sua própria personalidade, o negacionismo é movido por uma escolha em favor da segurança e conforto emocionais, por um sentido de pertencimento a determinados círculos sociais, simplesmente excluindo aquelas proposições que trariam instabilidades profundas. Justamente por isso é importante diferenciar este “negacionismo pontual”, de caráter mais introspectivo, daquele sistemático e recorrente, que procura lançar dúvidas à atividade científica em si, que se estrutura como uma indústria da desinformação e está ligado a grupos de interesse.

O objetivo do discurso negacionista não é fornecer uma explicação alternativa coerente que busque ser debatida, verificada e, eventualmente, reconhecida pela comunidade científica por meio dos seus métodos e

fóruns usuais. Estes visam o público não especializado, como verdadeiros “mercadores da dúvida”, na feliz expressão que dá título ao documentário dirigido por Robert Kenner, baseado no livro homônimo dos historiadores da Ciência Naomi Oreskes e Erik Conway.

A negação da Ciência é uma ação consciente e sistemática de suscitar a dúvida no público em geral, de criar a sensação de que tudo é controverso e de impossível verificação, visando à corrosão da própria autoridade do saber científico. Ao imputar a existência de falsas controvérsias científicas, busca-se questionar a própria capacidade da Ciência em produzir saber confiável e seguro para descredenciá-la na orientação de assuntos de Estado e de interesse social e na regulação de setores privados.

No entanto, com a pandemia, o negacionismo científico vive um processo de mutação, dando origem a uma nova variedade de cepas. Se antes da pandemia as teses negacionistas estavam concentradas em *think tanks*<sup>1</sup> associadas a determinados setores econômicos visando restringir regulamentações estatais, como no caso da indústria do tabaco e do petróleo, com a pandemia ele passa a assumir cada vez mais um caráter de movimento social mesclando-se com os grupos “tradicionais” de extrema direita, de ideologia política ultranacionalista, autoritária e supremacista branca.

Embora fortemente presente em fóruns e redes sociais da internet, não são estas *mídias* em si as razões do aumento da influência política do negacionismo científico. O que estimula sua difusão é o cenário de crise global permanente, alimentado por uma sequência de crises políticas e econômicas em escala mundial, corroendo a autoridade das instituições chaves da democracia liberal, como os governos, parlamento, sistema judiciário, organismos multilaterais, imprensa etc. É a democracia liberal e seus canais de representação que estão em crise e a Ciência, seus locais de produção (universidades e centros de pesquisa) e seus resultados, acabam sendo alvos da mesma crise de autoridade e de legitimidade.

Uma vez que o debate público não é pautado (apenas) pela razão, mas pelo engajamento emotivo que faz apelo aos preconceitos, o negacionismo científico não deixa de ser um tipo de resposta à crise de legitimidade das instituições e dos atores políticos tradicionais no contexto da pandemia.

O negacionismo científico é incompatível com a própria democracia. Considerando que um dos requisitos do Estado democrático é a produção do consenso, por parte dos atores políticos relevantes, à adesão às regras democráticas (MIGUEL, 2017), é justamente a produção de dissenso que se almeja, questionando não apenas as “regras” em si, mas a legitimidade das instituições que produzem as regras e dos atores que atuam no jogo, tanto na esfera política quanto em um sentido epistemológico. A aliança entre a antipolítica e a anti-ciência, mais do que questionar proposições pontuais, busca-se construir realidades paralelas, um verdadeiro mundo alternativo, no qual as concepções de verdade excluem a necessidade da evidência e do reconhecimento pelos pares em favor de uma concepção de verdade pautada no ultraindividualismo.

Ao analisar as formas de enfrentamento das crises de saúde pública, Lasco (2020) caracteriza duas estratégias mais recorrentemente adotadas por parte dos governos e que ganharam ainda mais destaque na pandemia atual: de um lado, um estilo tecnocrático, no qual os governos procuram se apoiar nas instituições especializadas e em médicos renomados para conferir autoridade e legitimidade às medidas públicas adotadas; o estilo tecnocrático, cujos alguns dos principais expoentes seriam Alemanha e Coréia do Sul na pandemia da COVID-19, teria como objetivo acalmar o clamor público e reduzir a sensação de insegurança. Em outra direção, Lasco recorre à expressão “populismo médico” para caracterizar os governos que adotam um estilo político de enfrentamento das crises de saúde pública baseado em uma estratégia que coloca o “povo” contra o “*establishment*”, tendo como seus principais expoentes o ex-presidente dos EUA (Donald Trump) e os atuais presidentes das Filipinas (Rodrigo Duterte) e do Brasil (Jair Bolsonaro) que compartilhariam respostas semelhantes, como a simplificação da pandemia, dramatização da crise, política de desinformação e estímulo à po-

larização social. Para os três representantes citados, por meio do uso de linguagens conspiratórias, a pandemia seria uma invenção de um “sistema falido e corrupto”, além de outras passagens pela “gramática populista”.

Ao assumir um discurso contra as “elites”, esta estratégia teria apelo principalmente junto a setores que vivenciaram um forte processo de mobilidade social descendente com a pandemia; no caso brasileiro, especialmente trabalhadores informais e a pequena-burguesia comercial. O “populismo médico” igualmente reforça a imagem de líderes “autênticos”, que não teriam medo de confrontar políticos tradicionais (sempre corruptos se são da oposição), grandes corporações farmacêuticas ou órgãos multilaterais, como a Organização Mundial de Saúde (OMS).

Da mesma forma que a “nova direita americana” (*alt-right*) tem servido de inspiração e modelo para a extrema-direita brasileira, tanto na forma como no conteúdo, o mesmo tem sido observado em relação à apropriação de pautas negacionistas. No caso no Brasil, no entanto, ainda é cedo para afirmar que o negacionismo se estruture como um movimento social à parte. Terminada a pandemia, o mais provável é que as pautas tradicionais da extrema-direita voltem à evidência, como os temas da segurança, agenda de costumes e anti-esquerda.

Ainda assim, a afinidade aqui estabelecida, tal como apontada por Duarte e César (2020), é que a negação da Ciência opera como as mesmas estratégias da negação da política observadas no bolsonarismo.

### **Como o negacionismo científico opera?**

Diethelm e Mckee (2009) apontam que a estratégia negacionista se baseia em cinco características principais. Na pandemia atual, três delas têm assumido um papel central, que serão tratadas aqui.

#### **• Teorias da Conspiração**

A primeira característica apontada pelos autores é o uso de *teorias da conspiração*: quando há consenso científico sobre um determinado tópico, os negacionistas afirmam que isso não é fruto de estudos independentes terem chegado às mesmas conclusões; de modo inverso, isso seria mostra de uma grande conspiração mundial, que abarcaria a comunidade científica, governos e empresas.

Do 11 de setembro à presença de alienígenas, as teorias da conspiração são uma presença corriqueira do dia a dia, do mundo da política ao mundo das celebridades. Elas inundam a internet e meios de comunicação e, em geral, a maioria da população trata estas teorias de forma jocosa, sendo matéria-prima para memes e alguns minutos de atenção. A existência das mesmas e mesmo sua disseminação por governos ou partidos políticos não constituem uma novidade.

O relevante aqui é quando tais formas de explicação da realidade saem da marginalidade a que tradicionalmente estão confinadas, superando suas bolhas tradicionais de audiência, e chegam a ter relevância no debate público, como é o caso dos adeptos do Qanon nos EUA, por exemplo. Segundo pesquisa do *Public Religion Research Institute e Interfaith Youth Core* (PRRI-IFYC, 2021), se *Qanon* fosse uma religião, ela seria uma das maiores dos EUA, com cerca de 30 milhões de adeptos, com características de movimento religioso fundamentalista e messiânico.

O que contribui para a disseminação das teorias da conspiração é justamente o fato de que elas são alimentadas por momentos de crise profunda fruto de guerras, revoluções ou, no caso atual, pandemias. Nestes momentos, combinam-se dois fenômenos correlatos. De um lado, as instituições tradicionais passam a ser vistas com desconfiança pela população, como destacado anteriormente. Ao mesmo tempo, a nova conjuntura

que emerge promove uma série de incertezas e inseguranças, às quais as teorias conspiratórias oferecem explicações simples e rápidas, eivadas de apelos emocionais.

As teorias da conspiração dão reconhecimento social a sujeitos medíocres, no sentido estrito do termo, àqueles que operam em déficit de prestígio social dentro dos círculos sociais relevantes. Neste sentido, tais teorias funcionam como redes de afeto e sentido de comunidade, “pois aqueles que acreditam e divulgam teses negacionistas se tornam parte de um universo paralelo, de uma sociedade peculiar, no interior da qual desfrutam de sentimentos de pertencimento e de autovalorização, de que se sentiam privados no mundo social mais amplo” (DUARTE e CÉSAR, 2020, p. 10).

Os laços de coesão social também parecem ser diretamente proporcionais a quão bizarras são suas teorias. Tal como um movimento fundamentalista, qualquer pequeno sinal de transgressão é visto pelos seus integrantes como uma traição, uma quebra de confiança. Mais do que tudo, a submissão completa aos valores de pureza identitária e de lealdade aos seus líderes é aqui valorizado.

As teorias da conspiração não precisam ser completamente coerentes. Na verdade, suas lacunas e generalidades são um elemento a favor da sua difusão, uma vez que seus espaços vazios são preenchidos pelo próprio indivíduo, cada um ajustando a história a partir de suas concepções morais, preconceitos e posições ideológicas.

Quando disseminadas por governos e/ou políticos, as teorias da conspiração também cumprem a função de encobrir suas próprias responsabilidades. Afirmar que não há subnotificação das mortes por COVID-19 ou insinuar guerras biológicas compreendem tentativas de descaracterizar tanto a incompetência quanto o boicote por parte do governo brasileiro no combate à pandemia. Claro que devemos reconhecer a existência de conspirações reais. No entanto, o que não se pode prescindir é de sua demonstração, mesmo sabendo que, para isso, pode-se ter que esperar dezenas de anos. Para os negacionistas que alimentam tais teorias, a ausência de evidências seria justamente a prova de que é uma conspiração, em uma argumentação girando em círculo e no vazio.

A própria história de Andrew Wakefield, médico que contribuiu para dar um forte impulso ao movimento antivacina, tem elementos conspiratórios. Dois anos antes da publicação de seu artigo na revista inglesa *Lancet* alegando existir relação entre a vacina MMR (contra sarampo, rubéola e caxumba) e o autismo, Wakefield havia recebido 55 mil libras (cerca de R\$ 385 mil) de um escritório de advocacia que planejava processar fabricantes de vacinas e o mesmo escritório havia firmado acordo com as famílias de pelos menos quatro das doze crianças utilizadas no estudo fraudado. Por fim, também se descobriu que antes da publicação de seu artigo, Wakefield havia feito um pedido de patente para uma vacina contra sarampo que concorreria com a que ele acusava de causar autismo (DEER, 2004; DONVAN e ZUCKER, 2017).

Antes de Wakefield ser revelado como uma fraude, ele era visto como um profissional abnegado e altruísta pelos setores progressistas e um guerreiro da liberdade pelos setores conservadores dos EUA, país onde se tornou uma figura midiática. Setores de esquerda e direita naquele país, até 2004, o viam com bons olhos e o figuravam como exemplo para justificar suas causas: sendo pelo poder das grandes corporações e/ou pela interferência do Estado na vida do indivíduo.

Apenas em 2004 é que a fraude começou a ser revelada por Brian Deer, um jornalista investigativo, e mais 06 anos se passaram até que o Conselho de Medicina do Reino Unido tirasse sua licença de médico. Atualmente, Wakefield é figura de destaque dos setores conservadores dos EUA.

## • Falsos especialistas

Além das teorias da conspiração, os negacionistas também se valem da cooptação de falsos especialistas: arregimentação de cientistas ou profissionais de renome em alguma área cuja tarefa é promover pontos de vista que são inconsistentes com o conhecimento estabelecido (DIETHELM e MCKEE, 2009). O gabinete paralelo utilizado pelo presidente brasileiro Jair Bolsonaro, no aconselhamento às ações contra a COVID-19, tem antecedentes históricos, como as tentativas do ex-presidente americano George W. Bush, em minar o trabalho do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*). Em geral, são organizações de fachada financiadas por setores privados e/ou com apoio de governos que ficam com a tarefa de promoverem estes contrapontos.

Neste âmbito, aprofundando a análise a partir da perspectiva do populismo médico, Casarões e Magalhães (2021) indicam a formação de uma aliança internacional por parte dos líderes de extrema direita em torno da promoção da Hidroxicloroquina. Este medicamento, mesmo quando já havia dúvidas sobre a sua eficácia, parecia a ferramenta populista perfeita porque havia conseguido construir uma rede de “ciência alternativa” de longo alcance, abarcando desde cientistas independentes a empresários-celebridades, como Elon Musk.

Ciência alternativa (*alt-science*) é definida pelos autores como uma rede heterogênea de grupos negacionistas em proximidade a grupos de extrema-direita (*alt-right*) que são unidos por sua desconfiança nos governos e na ciência convencional e atuam por meio de evidências parciais, pseudociência e teorias da conspiração (CASARÕES e MAGALHÃES, 2021).

Tanto nos EUA quanto no Brasil, a promoção da Hidroxicloroquina de uma volta completa, acrescentam os autores, contando com presidentes, políticos, meios de comunicação, empresários, líderes religiosos e médicos.

No caso do Brasil, até saírem as primeiras denúncias de corrupção em torno da compra de vacinas, boa parte dos trabalhos da CPI da Pandemia girava em torno de investigar o papel que esta rede de ciência alternativa, denominada de gabinete paralelo ou gabinete das sombras, teve na orientação das políticas públicas do Ministério da Saúde.

Para alguns destes personagens, no entanto, a afinidade ideológica não é suficiente para manter a lealdade à rede, sendo necessário a transferência de vantagens materiais, como no caso de jornalistas financiados por verbas públicas. Além deste expediente, a própria divulgação de *fake news* por duplês de jornalistas se converteu em um negócio como outro qualquer. O lucro com a morte, possibilitado por “vídeos lacrados” em busca de visualizações no YouTube, rendeu para alguns de seus membros recursos significativos, na ordem de muitos milhares de reais, como demonstra relatório da Google enviado para CPI da COVID (PORTINARI, 2021). No entanto, no mercado da morte inaugurado pelo governo, este “*bolsonarismo on demand*” da internet parece pequeno frente às suspeitas de superfaturamento na compra de vacinas.

## • Seletividade das fontes

Por fim, vale destacar a seletividade das fontes: como tentativa de dar legitimidade às falsas alegações, o negacionismo faz uso de artigos isolados e/ou retratados<sup>2</sup>, ignorando as publicações relevantes sobre o tema. Dentro desta prática, poderíamos acrescentar a *referência cruzada*, ou seja, a prática de um negacionista citar outro negacionista e ignorar a comunidade científica; isto tem como objetivo criar a noção perante a opinião pública de que há uma divisão no meio científico sobre um determinado tema.

No caso da mudança climática, por exemplo, esta prática tem surtido efeito, ao menos nos EUA. Enquanto cerca de 98% dos cientistas e 97% das pesquisas sobre mudanças climáticas referendam as conclusões do IPCC apontando a ação humana no aumento da temperatura global, cerca de metade dos norte-americanos acredita que os pesquisadores da área estariam divididos sobre este tema (BENESTAD *et al.*, 2013).

Mais uma vez, no Brasil, a defesa do “tratamento precoce” é exemplar no uso deste expediente, com o gabinete paralelo e a rede negacionista fazendo uso de cientistas de baixa credibilidade ou recorrendo a experiências pessoais.

Neste âmbito, é importante apontar o papel que a grande imprensa tem cumprido em desinformar, mesmo quando alega estar informando e ampliando o debate. Ao dar a mesma visibilidade para cientistas credenciados e negacionistas, sob a justificativa de que seria necessário ouvir “o outro lado”, acaba tanto estimulando a ideia de que a Ciência é uma questão de opinião (ao invés de conhecimento) quanto dá um verniz de autoridade junto à opinião pública para sujeitos irrelevantes e ideias que são rechaçadas no meio acadêmico.

Ao equiparar a lógica do debate científico ao debate político/opinativo (este próprio já simplificado, uma vez entendido como dual), a imprensa reforça a ideia de que, no final das contas, trata-se de uma disputa de narrativas, excluindo-se a exigência de se recorrer a métodos, evidências e reconhecimento pelos pares. Não deixa de ser curioso ver os canais especializados em notícias que estimulam estas polarizações forçadas e, em seguida, assistir seus comentaristas reclamarem da polarização a que o país está submetido no ciclo político atual.

### **Considerações finais**

A crise da democracia liberal é a principal catalisadora de movimentos sociais de extrema direita. Antes da pandemia, estes movimentos ganharam visibilidade e protagonismo nos países centrais com a crise dos refugiados na década de 2010, apostando em discursos xenofóbicos, na antipolítica e em saídas autoritárias. Até que a pandemia chegou. E ela colocou os movimentos de extrema-direita – assim como o mundo todo – diante de encruzilhadas, no entanto, ainda é cedo para um balanço conclusivo sobre o desempenho dos movimentos de extrema-direita na pandemia, até porque organizações diferentes assumiram estratégias bem diferentes entre si.

Assim como o discurso cientificista foi instrumentalizado em fins do século XIX por determinadas correntes políticas – por sinal, de forte caráter conservador e autoritário, - assistimos algo parecido nos dias de hoje, mas com sinal invertido. A anticiência é instrumentalizada no século XXI por novos movimentos igualmente conservadores e autoritários.

Reduzir a questão do negacionismo científico a um problema de falta de informação é manter-se preso a uma perspectiva liberal-iluminista de que a razão abstrata teria um caráter emancipatório. Mais do que responsabilizar os meios digitais, o avanço atual do negacionismo científico é fruto da crise das instituições da democracia liberal e do cenário de incertezas aberto com este processo. Neste sentido, a pandemia potencializou um movimento que já estava em curso, contribuindo para que as rotas entre negacionistas e movimentos de extrema-direita se cruzassem. No caso do Brasil, esta história está em pleno curso, o que justifica o caráter hipotético de algumas das questões levantadas neste texto. Diferente das vacinas, elas ainda não têm eficácia comprovada.

De todo modo, para além das questões conjunturais, o maior aliado da gestão negacionista da pandemia é a desigualdade social no Brasil. O quadro crônico de informalidade do mercado de trabalho e a explosão do desemprego contribuem para inflar saídas messiânicas. Na outra ponta, as Universidades Públicas, responsá-

veis por mais de 90% da produção científica no país, é inacessível aos filhos da maior parte das famílias brasileiras. Tais instituições são facilmente identificadas como espaços para grupos privilegiados, os quais entram no rol dos inimigos a serem combatidos pelo populismo médico. A afinidade estratégica entre extrema-direita e negacionismo científico se completa com a presença dos liberais e de sua política de enxugamento do Estado e destruição dos serviços públicos.

Assim, só é possível combater o negacionismo científico e sua aliança com a extrema-direita no Brasil se também se assume medidas estruturais de combate à desigualdade social e superação efetiva das políticas de ajuste fiscal.

Democratizar o Brasil, política e socialmente, é a ferramenta mais eficiente para o combate ao negacionismo científico como movimento social. Espero que este seja um dos aprendizados da pandemia.

## Notas de fim

<sup>1</sup> *Think tanks* são centros de estudos que procuram elaborar subsídios para políticas públicas em temas específicos. Por vezes, tais organizações podem atuar em favor de interesses corporativos, auxiliando em lobbies junto ao poder público e liderando campanhas publicitárias. Caso emblemático envolve a ExxonMobil, empresa americana de exploração de petróleo, que repassou cerca de US\$ 7 milhões de dólares entre 2003 e 2007 para *think tanks* e laboratórios de pesquisa com o propósito de que estas organizações produzissem relatórios e campanhas junto à opinião pública para questionar o aquecimento global (Cf. KEANE, P. Como a indústria do petróleo pôs em dúvida o aquecimento global usando táticas dos fabricantes de cigarro. **BBC News Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-54284565>. Acesso em: jul.2021).

<sup>2</sup> Artigo retratado é quando um artigo já publicado em uma revista acadêmica demonstra inconsistências ou falsificações apontadas por outros pesquisadores. Após verificação por revisores independentes, caso não seja possível comprovar as conclusões da pesquisa, a Revista classifica tal artigo como retratado.

## Referências

- ANDRADE, R. **Resistência à Ciência**. Pesquisa FAPESP. p. 17-21. 2019.
- BENESTAD, R. E.; HYGEN, H. O.; DORLAND, R. *van et al.* Agnotology: learning from mistakes. **Earth System Dynamics Discussion**, v. 4, p. 451-505. 2013. Disponível em: <https://esd.copernicus.org/pre-prints/4/451/2013/esdd-4-451-2013.pdf>. Acessado em: jun.2021.
- CASARÕES, G.; MAGALHÃES, D. The hydroxychloroquine alliance: how far-right leaders and alt-science preachers came together to promote a miracle drug. **Brazilian Journal of Public Administration**. v. 55, n. 1, p. 197-214. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-761220200556>. Acesso em: jul.2021.
- CASTELFRANCHI, Y.; VILELA, E. M.; LIMA, L. B. de et al. As opiniões dos brasileiros sobre ciência e tecnologia: o ‘paradoxo’ da relação entre informação e atitudes. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 20, supl., p. 1163-1183. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/7JGK-Dbkgfn5XBLTg8TzRC9S/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: jun.2021.
- DEER, B. MMR – the truth behind the crisis. Reprint Sunday Times. **Brian Deer**. 2004. Disponível em: <https://briandeer.com/mmr/lancet-deer-2.htm>. Acesso em: jun.2021.
- DIETHELM, P.; MCKEE, M. Denialism: what is it and how should scientists respond? **The European Journal of Public Health**, v. 19, n. 1, p. 2-4. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckn139>. Acesso em: jun.2021.

- DONVAN, J.; ZUCKER, C. **Outra Sintonia**. Cia das Letras: São Paulo, 2017.
- DUARTE, A.; CÉSAR, M. R. de A. Negação da Política e Negacionismo como Política: pandemia e democracia. **Educação & Realidade – Seção Temática: As Lições da Pandemia**. v. 45, n. 4, p. 1-22. Porto Alegre, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-6236109146>. Acesso em: jun.2021.
- LASCO, G. Medical populism and the COVID-19 pandemic. **Global Public Health**. v. 15, n. 10, p. 1417-1429, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17441692.2020.1807581>. Acesso em jul.2021.
- LEVI, G. C. **Recusa de vacinas: causas e consequências**. [Online]. São Paulo: Segmento Farma. 2013. Disponível em: [https://sbim.org.br/images/books/15487-recusa-de-vacinas\\_miolo-final-131021.pdf](https://sbim.org.br/images/books/15487-recusa-de-vacinas_miolo-final-131021.pdf). Acesso em jun.2021.
- MAGENTA, M. 500 mil mortos por COVID: 4 gráficos para comparar a tragédia do Brasil com a de outros países. **BBC News Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-57523633>. Acesso em: jun.2021.
- MIGUEL, L. F. Caminhos e descaminhos da experiência democrática no Brasil. **Sinais Sociais – SESC**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 33, p. 99-129. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: [https://www.sesc.com.br/wps/wcm/connect/3daaa858-e528-4f0b-b12a-e115803bf073/SinaisSociais\\_SS33\\_WEB\\_14\\_09\\_17.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=3daaa858-e528-4f0b-b12a-e115803bf073](https://www.sesc.com.br/wps/wcm/connect/3daaa858-e528-4f0b-b12a-e115803bf073/SinaisSociais_SS33_WEB_14_09_17.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=3daaa858-e528-4f0b-b12a-e115803bf073). Acesso em: jun.2021.
- PORTINARI, N. Canais na internet ganharam dinheiro com *fake news* sobre COVID, informa Google à CPI. **O GLOBO**. 2021. Disponível em: <https://blogs.oglobo.globo.com/sonar-a-escuta-das-redes/post/canais-na-internet-ganharam-dinheiro-com-fake-news-sobre-COVID-informa-google-cpi.html>. Acesso em: jun.2021.
- PRRI-IFYC. Understanding QAnon’s Connection to American Politics, Religion, and Media Consumption. **PRRI-IFYC**, 2021. Disponível em: [www.prrri.org/research/qanon-conspiracy-american-politics-report/](http://www.prrri.org/research/qanon-conspiracy-american-politics-report/). Acessado em: jun.2021.

## **CAPÍTULO 15**

### **INFLUÊNCIAS DA COVID-19 E AS PERSPECTIVAS FUTURAS NA CARREIRA DE UM PROFESSOR**

Me. Vinicius Oliveira Casais

# INFLUÊNCIAS DA COVID-19 E AS PERSPECTIVAS FUTURAS NA CARREIRA DE UM PROFESSOR

Vinicius Oliveira Casais<sup>21</sup>

## RESUMO

As primeiras décadas do século XXI estão sendo para a humanidade momentos históricos de inflexão. Do campo político ao social, são diversas as transformações que estão acontecendo em função dos eventos e demandas das novas gerações. Na área da educação, os métodos tradicionais de ensino/aprendizagem serão substituídos ou absorvidos por ferramentas digitais. No Brasil, nos últimos doze anos, o ingresso em Instituições de Ensino Superior (IES) na modalidade Ensino a Distância (EaD) cresceu 182%, enquanto na presencial, apenas 26%. Com o advento da pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, o ensino remoto passou a ser também uma tendência nos níveis básicos de escolarização. Entretanto, além da rápida transição do aprendizado para o mundo virtual, a pandemia causada pela COVID-19 revelou o quão iníquo é o sistema de ensino brasileiro. Os dados da educação brasileira revelaram um abismo digital entre estudantes do ensino público e privado quando o assunto é o acesso à internet. Já na docência do ensino superior, o recorte racial mostrou que apenas 23% e 17,6% dos professores mestres e doutores, respectivamente, eram negros. A evolução do piso salarial dos professores não reflete paridade com o ônus atribuído ao trabalho remoto e às mensalidades cobradas pelas instituições. Simultaneamente às iniquidades, novos desafios também estão sendo objeto de reflexão devido à crise sanitária, dentre os quais estão: a forma como as sociedades irão se preparar para educar adequadamente a geração alfa, que é altamente digital; e como criar um sistema de ensino que seja descolonizador e antirracista, florescendo o ser humano em todas as suas dimensões.

**Palavras-chave:** COVID-19, Educação, Ensino remoto, Pandemia.

---

<sup>21</sup>Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e doutorando em Biociências pela Universidade de Coimbra, Portugal. Integra o grupo de pesquisa Ecologia, Saúde e Meio Ambiente e é docente de Biologia no Instituto Federal da Bahia (IFBA), *campus* Salvador, lotado no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTSBio). E-mail: [viniciuscasais@gmail.com](mailto:viniciuscasais@gmail.com).

O ano de 2020 entrará para a História como o marco introdutório do século XXI, assim como a 1ª Guerra Mundial marcou a entrada no século XX. Os dois marcos foram extremamente traumáticos para boa parte do mundo. Ser um otimista nesses tempos tem sido uma tarefa difícil, ainda mais quando observamos que a população nos seus diferentes extratos sociais foi afetada. Alguns muito mais do que outros. O marco zero “político” noticiado pelos jornais foi a transmissão do vírus de uma turista branca de classe média alta para a sua secretária do lar. Com a morte dessa empregada ficou perceptível que o país atravessaria a pandemia de modo bastante diferente. De um lado, aqueles que poderiam usar plano de saúde para hospitais privados ou jatinhos particulares para migrar para outros estados e até para outros países, e do outro lado, a maior parcela da população historicamente assistida de forma precária. E a educação dentro desse campo? Como foi impactada?

A Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2018, destacou que quase metade da população (49%) brasileira entre 25 e 64 anos possui ensino básico completo. Quando ocorre a separação por gênero, as mulheres respondem por 52% e os homens, 46%. A média mundial é de 79%, o que revela o quão longo necessita ser o caminho que a educação nacional precisa percorrer. Ao nível da educação superior, os dados são mais destoantes para a mesma faixa etária, a qual apenas 0,8% possuem mestrado, e 0,2% possuem doutorado. Se fizermos o exercício de projetar esse percentual para os mais de duzentos milhões de habitantes, ficará mais evidente o quão o acesso à educação em seus diversos níveis é algo extremamente restrito. A média de estudantes com mestrado no mundo está em 1,3%, e com título de doutorado, em 1,1%. E, se há a percepção interna de que estamos distantes dos índices considerados “aceitáveis” quando ocorre a comparação com o mesmo perfil em nível mundial, concretizamos essa “sensação”.

Qual o perfil do estudante de nível superior no Brasil? Ter a resposta para esse questionamento é importante para que seja possível projetar um plano de Estado para a educação e entender o porquê o perfil ao longo das últimas décadas oscilou, mas o crescimento não foi estável. A base de dados do último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, revelou que 24,3% das novas matrículas foram na modalidade EaD. Entretanto, se olharmos desde 2008, o avanço nas matrículas EaD foi de 182,5% e, na modalidade presencial, apenas cerca de 26%. Na próxima década, é possível que o número de matrículas EaD superem a oferta presencial. A pandemia gerada pela disseminação do vírus SARS-CoV-2 intensificou sobremaneira o ensino remoto, enquanto o ensino presencial passou a ser coadjuvante. Esta pandemia não só representa o marco de entrada no século XXI, como também a mudança de como fazer e ofertar educação.

Mas o foco deste capítulo será sobre a área da licenciatura. Ao longo das últimas décadas, as vagas ofertadas para os cursos de licenciatura aumentaram, mas, financeiramente, continua sem muitos atrativos e poucos programas governamentais foram idealizados para reverter essa condição. O aumento da oferta de vagas na área da licenciatura desde 2008 tem relação direta com a expansão do EaD. O “perfil” dos estudantes de EaD é representado pelo gênero feminino e que cursa licenciatura, assim como no ensino presencial, mas neste último, no grau de bacharelado. Essa situação é confirmada quando fazemos o recorte de gênero, no qual 71,3% das matrículas são representadas por mulheres.

Mesmo com poucos incentivos para a licenciatura, no ano de 2007 foi lançado um projeto da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) denominado Programa Licenciaturas Internacionais (PLI). Esse programa teve como um dos objetivos a qualificação de estudantes dos cursos de licenciatura das áreas da matemática, língua portuguesa, biologia, física e química. Os estudantes poderiam fazer uma graduação sanduíche em universidades portuguesas, na qual o período fora do país abrangeria um período de 12 a 22 meses em institutos ou universidades parceiras do programa. O início de execução do PLI se deu em 2007 e se encerrou em 2015. Durante esse programa, outro fora criado, com um alcance muito maior, intitulado Ciências Sem Fronteiras (CsF).

O programa CsF teve maior impacto por uma série de motivos: a quantidade de vagas, 101.000 para graduação, mestrado e doutorado; a extensão, para além das licenciaturas, abarcando qualquer outro curso; a possibilidade da ampliação do tempo fora do país; contato com polo de pesquisa focado no desenvolvimento tecnológico e inovação; e, por fim, aumento significativo na quantidade de universidades envolvidas, dado que o PLI envolveu apenas Portugal, enquanto o CsF envolveu países em todos os continentes. O encerramento dos dois programas demonstrou que não foram projetos de Estado pensados a longo prazo, como ocorre na China e Índia, por exemplo.

Entretanto, nem o CsF ficou isento das distorções que ocorrem no Brasil. O acesso ao CsF era, majoritariamente, para o público branco das universidades. No sentido de mudar o perfil dos estudantes contemplados, a Organização Não-Governamental (ONG) Educafro fez duras cobranças para que houvesse também reserva de vagas para os estudantes negros, indígenas e brancos pobres. Outra mudança que possibilitou a permanência do estudante com melhor aproveitamento acadêmico e social foi a ampliação do prazo em seis meses para ingresso numa escola de idiomas da universidade parceira. Essas mudanças garantiram a mudança do perfil dos estudantes do programa e, alguns desses que conseguiram ingresso por reserva de vagas, tornaram-se professores de Instituições de Ensino Superior (IES) públicas por meio de concurso público.

Apesar do CsF ter sido reconfigurado, assim como os processos seletivos em nível de pós-graduação em função das ações afirmativas, o número de docentes negros em IES ainda é insatisfatório. Dados obtidos pelo Censo de Educação Superior apontam que, em 2017, apenas 23% e 17,6% dos professores mestres e doutores, respectivamente, eram negros (MORENO, 2018). A análise desses dados permite inferir que ainda há barreiras sistêmicas que impedem a população não branca de obter diplomas elevados dentro da academia. Embora os episódios citados até aqui sejam preocupantes, é de suma importância que eles sejam interpretados dentro de um cenário envolvendo outras variáveis, como a política e o(s) contexto(s) social(is). Paulo Freire em seu livro *Pedagogia da Autonomia* afirmou: “*Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas, as pessoas transformam o mundo*”. Freire não imaginaria, mas o seu pensamento é o contraponto necessário ao mundo de pós-verdade que vivenciamos atualmente. A análise dos fenômenos sicionaturais, bem como os meios utilizados para interpretá-los, passou a ser subjetiva, pautada quase que exclusivamente em concepções político-ideológicas e no discurso de autoridade. Esse movimento, que é planetário, projetou um tipo de epidemia diferente, a pandemia da desinformação.

Paralelamente à crise sanitária mundial e demais crises sociais, estamos vivendo em um período de infodemia. Excesso de informações são veiculadas e, na maioria dos casos, elas não possuem relação alguma com a verdade (ZAROCOSTAS, 2020). Arelado a esse fenômeno, a falta de uma alfabetização sociocientífica, em detrimento a uma educação individualista, potencializa no indivíduo uma interpretação equivocada da realidade, criando espaços para insurgências de governos populistas e totalitários. Não obstante dos dados de realidade mencionados, a ausência de uma educação solidária e científica é o meio pelo qual os discursos de ódio e de isolamento nacionalistas são sustentados.

Como observado até o momento, havendo crises sanitárias ou não, a educação no Brasil continua sendo segmentada e atendendo a privilégios de grupos específicos. A pandemia da COVID-19, além de escancarar as iniquidades existentes em nosso sistema educacional, antecipou, abruptamente, as novas relações de ensino/aprendizagem. O ensino online, que já vinha consolidando-se de forma lenta no passado recente, passou a ser o único meio possível para corresponder às demandas das instituições de ensino. Contudo, é preciso que se reflexione o ligeiro avanço e ampliação dessa modalidade a partir de alguns aspectos, como: o acesso igualitário às tecnologias da informação, como internet de alta velocidade e equipamentos eletrônicos; a valorização e respeito ao exercício da docência; e o aproveitamento adequado dos recursos pedagógicos, mitigando sempre

que possível os impactos negativos em função do tempo de exposição à tela, carga emocional e falta de interação.

Após o decreto da Organização Mundial da Saúde (OMS) que pôs o mundo em alerta pandêmico, foram poucas as atividades essenciais no Brasil que conseguiram ter continuidade. Entre essas atividades, o retorno às aulas, apesar de ser considerada extremamente importante, aconteceu de forma remota apenas em instituições privadas de ensino. Os estudantes atendidos pelos estados e municípios ficaram desassistidos inicialmente, fato que permitiu a visualização mais escancarada da defasagem entre o ensino público e privado dentro dos diversos “brasis” existentes em território nacional.

O lapso temporal fundamentou-se na estrutura precária da educação pública, em nível básico, ofertado aos seus estudantes e no perfil socioeconômico dos mesmos. Ainda no contexto do ensino, um outro flagelo anterior à pandemia ficou muito mais evidente: o sucateamento da docência. O ensino *online*, sendo remoto ou síncrono, fez com que a categoria docente tivesse que desenvolver habilidades tecnológicas em curto prazo para conseguir atender ao universo de estudantes ociosos pela ausência de contato escolar. Os custos relativos à energia, novos equipamentos de trabalho e internet de banda larga foram transferidos aos professores. Dados do Grupo de Estudos sobre Política Educacional e Trabalho Docente da Universidade Federal de Minas Gerais e da Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação revelaram que 89% dos docentes não tinham quaisquer experiências com aulas remotas, 42% aprenderam sobre as novas tecnologias por conta própria e 21% possuem muita dificuldade em relação às mesmas tecnologias. A falta de privacidade em suas residências e horários de reuniões fora do expediente são queixas recorrentes entre outros pontos, uma vez que o mesmo relatório apontou que 82% lecionam dentro de casa (CNTE/GESTRADO, 2020).

Mesmo em um contexto de saúde pública, a lógica capitalista não deixou de operar. As IES privadas passaram a impor cláusulas contratuais abusivas em relação à comunidade docente, a exemplo da cessão do direito de imagem. Na capital baiana, houve denúncias por parte do sindicato de professores (SINPRO) de universidades que utilizaram as aulas gravadas replicadas em salas virtuais sem que houvesse quaisquer ganhos ao professor. Além dos contratos, muitas vezes classificados como obscenos, as turmas que antes tinham aproximadamente quarenta estudantes passaram a ter quase o triplo em suas salas virtuais. O contraditório é que o empregado recebe apenas por uma aula. Para além dos problemas gerados na pandemia, já existe um problema da baixa atratividade financeira citado anteriormente. No Estado da Bahia, entre os anos de 2007 e 2019 o piso salarial do professor aumentou 120%. Um valor percentual bastante significativo. Entretanto a tradução em números representa que o piso saiu de R\$ 3,50 para R\$ 7,70. Um aumento pouco significativo, portanto. Ao longo desses doze anos, as IES aumentaram exponencialmente as suas mensalidades, porém, o repasse proporcional não foi feito à categoria dos professores.

É de suma importância que os aspectos descritos sejam revistos para que o ensino, aqui no Brasil, possa ser retomado como já acontece ao redor mundo, com as condições adequadas. Tratando-se de condições adequadas, é possível citar como exemplo o retorno do ensino em Portugal. Basicamente foi adotado o ensino síncrono e híbrido, em que as aulas teóricas estão sendo realizadas de forma remota e as práticas de forma presencial. Alguns cursos estão funcionando majoritariamente *online*, devido à ausência de atividades práticas. Ainda que as aulas práticas estejam acontecendo presencialmente, uma série de medidas sanitárias estão sendo tomadas com o propósito de evitar a disseminação do vírus. Entre as medidas estão: o uso obrigatório de máscaras, o distanciamento físico e a redução da quantidade de alunos em sala de aula. Além disso, o cadastramento prévio para ter acesso ao edifício, a higienização frequente dos espaços e a realização de testes de rastreios diários estão entre as normas de segurança aplicadas.

Ainda que no Brasil o número de estudantes seja muito superior ao existente em Portugal, tais padrões de segurança terão que ser embutidos em nossa realidade. Dados publicados pelo Instituto Ipsos indicam que 57% dos estudantes acreditam que, nos próximos cinco anos, o nosso sistema de ensino será híbrido. Entre os entrevistados, 25% acreditam que as atividades serão totalmente *online*, o que representaria um grande desafio para nossa educação, pois segundo informações divulgadas pela TIC Educação em 2019, apenas 39% e 9% dos estudantes no ensino público e privado, respectivamente, têm acesso à internet. Ao que tudo indica, teremos que amadurecer as novas relações de ensino/aprendizagem. Mesmo que a pandemia causada pela COVID-19 tenha antecipado este momento, esse cenário era quase inevitável em função da geração *alpha* ou alfa, nascida a partir de 2010, e que é totalmente digital (WHITING, 2020).

De acordo com o psicólogo Roberto Balaguer, os *alphas* serão crianças com menores interações pessoais e com pouco intercâmbio de linguagem. Estima-se que problemas relacionados à visão, comunicação e atenção serão recorrentes. Embora o vínculo com o analógico e o cuidado parental ainda exista, o forte elo com o digital será um fator limitante na disponibilidade emocional. Dessa forma, é preciso que as sociedades saibam lidar com as novas gerações e ofertar as condições necessárias para um desenvolvimento adequado, crítico, solidário e global (BORRULL, 2019).

Se, por um lado é imperioso compreender as demandas sociocomportamentais das futuras gerações, por outro é imprescindível discutir a quem nosso sistema educacional precisará servir. “O sistema educacional deve servir a todos”. “O florescimento do ser humano, em todas as suas dimensões, sempre deverá ser o objetivo fim da educação”. Todavia, para que esses objetivos educacionais sejam alcançados, faz-se necessário que quatro pilares sejam respeitados: o indivíduo, a civilização, a ecologia e a cosmologia (YIANNOUKA, 2020). Esses pilares são a base para o que se entende como uma boa educação.

O indivíduo é a dimensão mais fácil de ser controlada, pois ela é autônoma, sendo fácil entender o que nós sabemos e do que gostamos ou não. É nesse campo que ocorre o domínio do mundo interior, tornado o indivíduo mais resiliente em função das suas experiências e percepções. Já a civilização, está inclinada ao estabelecimento de redes colaborativas, com ênfase em educação solidária voltada a uma cidadania global. Nessa esfera, a valorização do desenvolvimento coletivo e individual caminham juntas. É o momento em que a socialização de potências floresce novos caminhos para o corpo social (YIANNOUKA, 2020).

A dimensão ecológica é aquela que instrumentaliza o indivíduo por meio de exemplos e práticas sustentáveis. Põe o sujeito em modo de reflexão acerca de como os seus comportamentos impactam na qualidade do ambiente em que ele vive. Essa dimensão nos traz a discussão sobre qual propósito estamos servindo e o quanto precisa ser destruído para que seja alcançado. Por sua vez, a cosmologia pode ser compreendida como o reflexo simultâneo das outras três dimensões citadas até agora. Essa é a dimensão onde é possível perceber como as leis da química, da física e da biologia repercutem diretamente em nosso planeta e a ação que nós temos sobre ela. Apesar dessas dimensões serem fundamentais para o processo de ensino/aprendizagem, faz-se tão importante quanto valorizar a autonomia dos povos e dos sujeitos envolvidos nessa conjuntura (YIANNNOUKA, 2020).

De acordo com o professor e geógrafo Milton Santos, “Descolonizar é olhar o mundo com nossos próprios olhos”. Essa reflexão é extremamente necessária para a construção da educação voltada para a dimensão da América Latina ou América do Sul ou do Brasil e depende das nossas experiências, referências e práticas desconectadas das imposições eurocêntricas. Ao analisar-se os métodos e meios utilizados nos sistemas brasileiros de ensino, pode-se constatar que quase todas as referências e métricas utilizadas nesse aprendizado não são próprias. Houve um apagamento sistemático e perverso, como também de assimilação, de parte do

conhecimento produzido por civilizações africanas e indígenas em detrimento do domínio homogeneizador europeu.

Romper com esse laço, no que tange ao processo de ensino, significaria atribuir novos sentidos ao que nos é ensinado e uma valorização devida ao que é produzido. Por sua vez, a reprodução de preconceitos, discursos xenofóbicos e racistas, seriam desconstruídos em função da reconção ancestral e indenitária.

## Referências

- BORULL, S. A. O que é a geração alfa, a 1ª a ser 100% digital. **BBC NEWS**, Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48438661>. Acesso em: 29.mai.2021.
- CNTE/GESTRADO - Grupo de Estudos sobre Política Educacional e Trabalho Docente. Gestrado/UFMG). **Trabalho docente em tempos de pandemia - Relatório Técnico**. 2020. 24p. Disponível em: [https://www.cnte.org.br/images/stories/2020/cnte\\_relatorio\\_da\\_pesquisa\\_COVID\\_gestrado\\_julho2020.pdf](https://www.cnte.org.br/images/stories/2020/cnte_relatorio_da_pesquisa_COVID_gestrado_julho2020.pdf). Acesso em: 26.abr.2021.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- MORENO, A. C. Negros representam apenas 16% dos professores universitários. **G1**, São Paulo, 20.nov.2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/guia-de-carreiras/noticia/2018/11/20/negros-representam-16-dos-professores-universitarios.ghtml>. Acesso em: 28.mai.2021.
- OCDE - ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Relatórios Econômicos OCDE: Brasil 2018**. Disponível em: <https://www.oecd.org/economy/surveys/Brazil-2018-OECD-economic-survey-overview-Portuguese.pdf>. Acesso em: 15.jun.2021.
- TIC EDUCAÇÃO 2019. Estratégias de interação a distância. **CETIC.BR**. São Paulo, SP, jun. 2020. Disponível em: [https://cetic.br/media/analises/tic\\_educacao\\_2019\\_coletiva\\_imprensa.pdf](https://cetic.br/media/analises/tic_educacao_2019_coletiva_imprensa.pdf). Acesso em: 29.mai.2021.
- WHITING, K. Is this what higher education will look like in 5 years? World Economic Forum. nov. 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2020/11/higher-education-online-change-cost-COVID-19/>. Acesso em: 29.mai.2021.
- YIANNOUKA, S. Building the Future of Education in a Post-Pandemic World. **Wise Qatar Foundation**, Qatar, jul. 2020. Disponível em: <https://www.wise-qatar.org/building-the-future-of-education-in-a-post-pandemic-world/>. Acesso em: 29.mai.2021.
- ZAROCOSTAS, J. How to fight an infodemic. **The Lancet**, Elsevier BV, v. 395, n. 10225, p. 676. 2020. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)3046](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(20)3046).

## **SEÇÃO RELATOS DE EXPERIÊNCIAS**

## **CAPÍTULO 16**

### **EDUCAÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA: COMO ENSINAR E APRENDER BRINCANDO**

Me. Silvanir Pereira Souza

# EDUCAÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA: COMO ENSINAR E APRENDER BRINCANDO

Silvanir Pereira Souza<sup>22</sup>

## RESUMO

Em tempos difíceis como estamos vivenciando, brincar e se divertir é uma estratégia didática fundamental que a longo prazo facilita os processos de socialização, comunicação, expressão e construção do conhecimento. Através de uma perspectiva lúdica e criativa é possível integrar os conhecimentos pré-existentes dos alunos e conceitos dos conteúdos, para promoção de uma aprendizagem significativa. Nesse contexto, é possível resumir três ferramentas lúdicas: i) jogos de tabuleiro modernos; ii) apelo artístico e conexão com a cultura jovem; iii) criatividade com as plataformas digitais formais. No entanto, é necessário que os educadores reavaliem que atividades lúdicas são mais eficazes para exercício de habilidades e competências, do que conteúdos em si. Através de relatos de experiências lúdicas em sala de aula, acreditamos auxiliar estudantes e docentes a planejar atividades criativas e com apelo lúdico.

**Palavras-chave:** Competências, Criatividade, Habilidades, Jogos, Ludicidade.

---

<sup>22</sup>Mestre em Diversidade Animal e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Colaboradora do Núcleo de Ofiologia e Animais Peçonhentos da UFBA (NOAP/UFBA) e professora da Secretaria de Educação da Bahia e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Santo Amaro. E-mail: souza.silvanir2@gmail.com.

## Introdução

Sempre que existe alguma oportunidade de falar sobre ludicidade surgem perguntas do tipo “e não vira bagunça?” e “e o conteúdo?”. Acredito que esses questionamentos têm origem no padrão em relacionarmos o jogar e o brincar como sinônimos. Apesar das inúmeras conceituações para brincar, esse texto não objetiva discutir esses aspectos, mas apresentar uma possibilidade de compreender atividades lúdicas que podem ser encaradas como brincadeiras, ou não. A proposta é desassociar a visão pejorativa do brincar como atividade lúdica infantil e focar nos elementos positivos, entendendo a “brincadeira” como uma ferramenta didática para qualquer idade e, dessa forma, aproveitar a espontaneidade e apelo lúdico para desenvolver propostas animadoras em sala. Existem formas variadas para o exercício do brincar e aqui destaco três ferramentas/metodologias que experimentei: (1) Jogos de tabuleiro modernos e a criatividade; (2) Apelo artístico e conexão com a cultura jovem; e (3) Criatividade com as plataformas digitais formais.

### Jogos de tabuleiro modernos e a criatividade

É ainda mais desafiador nas condições atuais da pandemia estimular no estudante a habilidade de formular dúvidas, de reconhecer problemas e de pesquisar meios de resolvê-los como sujeitos exploradores do universo. Isso requer ferramentas que permitam desenvolver a argumentação racional e os questionamentos e que também resgatem a curiosidade natural através do caráter lúdico e divertido. Nesse sentido, a literatura demonstra como jogos de tabuleiro possibilitam o trabalho efetivo com o desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes importantes para o processo de ensino-aprendizagem (PRADO, 2018).

Para os estudantes, até um jogo educativo sério pode ser mais empolgante do que uma aula teórica. Para aproximar os educandos de conceitos ou temas científicos existem jogos chamados “jogos pedagógicos de ciência” e “jogos baseados na ciência”. Nos *jogos pedagógicos de ciência* o foco principal não está na mecânica do jogo, também por isso, são jogos menos conhecidos, pois seu alcance é limitado aos professores e salas de aula. Os *jogos baseados na ciência* são aqueles que usam conceitos científicos na mecânica, mas que não se tornam escravos deles, podem ser imersivos ou não (COIL *et al.*, 2017).

Independente dos jogos disponíveis em sua biblioteca, para escolher qual jogo usar aconselho iniciar pela Matriz de Competências e Habilidades do Ensino Médio (BRASIL, 2006). Tenha em mente que os jogos são simulações e, portanto, incapazes de dar conta de um conteúdo tal como uma aula expositiva comum. Trabalhar com as habilidades permite as conexões com o cotidiano e conhecimentos prévios do estudante, o que torna a aprendizagem mais significativa (AUSUBEL *et al.*, 1980).

### Os jogos na prática

No Ensino Médio temos uma missão bastante desafiadora que é apresentar aos estudantes a Biologia enquanto ciência, o papel de um cientista e como funciona o processo científico e desenvolver neles habilidades para formular dúvidas, reconhecer problemas e pesquisar meios de resolvê-los. Pensando nessas habilidades, desenvolvi uma sequência didática com uso do jogo comercial *Black Stories*, **intitulada Black Stories e a curiosidade científica - a ciência nasce da dúvida e da investigação**. O *Black Stories* é um jogo de enigmas e é justamente através dessa mecânica que exploramos a habilidade em elaborar boas perguntas, fazer observações e buscar respostas assertivas, tarefas que se comunicam perfeitamente ao processo científico (LIMA e

FERREIRA, 2021). Para ter acesso à sequência completa, caso queira testá-la, ela está disponível na publicação da Revista Vem Pra Mesa ([https://pinheirobg.com/vpm/VPM\\_012.pdf](https://pinheirobg.com/vpm/VPM_012.pdf)).

Outra forma de incluir os jogos é o exercício de construí-los em sala. Nesse sentido, tanto as releituras de jogos que já existem quanto as criações originais são válidas. Para exemplificar, relato dois projetos de desenvolvimento de jogos de tabuleiro que desenvolvi na minha escola (Figura 1). O **Fitness criativo - oficina de jogos para treinar o cérebro** foi um projeto desenvolvido em 2017, útil para construção de oficinas de capacitação de professores. O segundo projeto, chamado **Paleojogos - A criativa história da vida**, foi mais exitoso como ferramenta didática, uma vez que os jogos foram específicos de paleontologia. O foco em um tema garantiu maior engajamento dos alunos e da minha orientação também.



**Figura 1.** Projetos de desenvolvimento de jogos de tabuleiro modernos aplicados a turmas do Ensino Médio em uma escola pública do estado da Bahia. Identidades visuais dos projetos (A) “Fitness Criativo - Oficina de Jogos para treinar o cérebro” e (B) “Paleojogos - a criativa história da vida”. (C) Estudantes usando máscaras de dinossauro como parte das atividades da exposição do projeto Paleojogos. (D) Estudantes jogando “Ediacara”, um jogo competitivo que simula o trabalho de escavação de um paleontólogo. Fonte: A autoria própria.

Ao final dos projetos, além de usar e orientar a construção dos jogos, o professor inevitavelmente vai querer/tentar construir seus próprios jogos ou releituras de jogos.

Dentre os muitos jogos desenvolvidos e idealizados dois se destacam por desenvolverem nos educandos habilidades específicas. São eles: **Aedes do Egito**, um jogo que trabalha habilidades de reconhecimento de padrões, onde os jogadores são desafiados a reconhecer os padrões das fases do ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*; **Jardins de Mendel**, jogo de autoria própria utilizado para o exercício de habilidades matemáticas necessárias ao estudo da Genética - durante a coleta de ervilhas, os jogadores simulam tarefas importantes para o ensino de genética (Figura 2). Novamente aqui destaco que para criar os jogos meu foco foi nas habilidades e competências que podem ser exploradas e não no conteúdo em si.



**Figura 2.** Desenvolvimento e produção de jogos autorais. (A) Capa do manual do jogo “*Aedes do Egito*”. (B) Interior do manual do jogo “*Aedes do Egito*”. (C) Capa do Manual do jogo “*Jardins de Mendel*”. (D) Imagem do teste do jogo “*Jardins de Mendel*” em um evento local de jogos em Salvador. Fonte: Autoria própria.

### Apelo artístico e conexão com a cultura jovem

Atrair a atenção dos estudantes e despertar seus interesses fica mais fácil quando encontramos pontos de conexão com eles. Os jovens são potenciais cientistas, nós professores precisamos encontrar formas de aflorar esse encantamento e não deixar o interessante tornar-se chato. Nesse contexto, é mais fácil conversarmos sobre um assunto que não só desperte neles a curiosidade, mas que tenha um apelo visual e artístico que inicie a comunicação. Inclusive, a preocupação artística/estética dos veículos de comunicação com meus estudantes sempre me apeteceu.

Abaixo seguem alguns exemplos de projetos de participação voluntária realizados no ensino presencial com apelo artístico e conectados ao universo dos jovens. Destaco a forma como os apresentei aos alunos, como um convite para participar, uma vez que eram projetos voluntários, ainda que avaliativos.

**Whey Protein de planta - teste do soro de leite caseiro como biofertilizante.** É óbvio que a proposta de usar soro de leite como biofertilizante não é uma pesquisa inovadora, essa pergunta já foi respondida por diversos autores, porém, meu objetivo com esse trabalho foi o exercício de habilidades científicas no processo de montagem de um experimento. Para atrair os estudantes, eu precisava me conectar com o que eles conhecem ou já ouviram falar e assim despertar a curiosidade, por isso o título e a capa do projeto teve um forte e proposital apelo lúdico e artístico (Figura 3).



**Figura 3.** Projeto com apelo artístico e estético. (A) Identidade visual do projeto “*Whey Protein de planta*”. (B) Experimento controlado montado pelos estudantes na placa de isopor. Foi colocado terra vegetal e sementes de feijão dentro de uma estufa, e o símbolo de *Whey* foi usado como referência lúdica ao soro de leite que produzimos em sala de aula através da produção de iogurte caseiro. Fonte: Autoria própria.

**Pela Luz Dos Olhos Teus - o mundo sob a ótica de diferentes animais.** Esse projeto focou nas habilidades de reconhecer os padrões e as diferenças do mundo natural para aprendizagem da evolução biológica, morfologia e fisiologia animal comparada. Usando os olhos como órgãos de forte apelo estético, artístico e de curiosidade, os estudantes desenvolveram uma exposição que demonstrava como os outros animais enxergam o mundo ao nosso redor (Figura 4).



**Figura 4.** Projeto com apelo artístico e estético. (A) Identidade visual do projeto “*Pela luz dos olhos teus*”. (B) Estudantes participando da exposição do projeto, observando com um monóculo as diferentes formas de visualizar o mundo pela ótica de vários animais. Fonte: Autoria própria.

**CSI Paripe - Crimes Solucionados por Insetos.** Foi um projeto que objetivou o exercício das habilidades e competências que envolvem o cotidiano do profissional da entomologia forense. Nesse caso em específico utilizei do apelo forte de séries e filmes policiais para convidar os estudantes a compreender e até se inspirar em uma profissional multidisciplinar.

Dois projetos tiveram o apelo à cultura jovem como foco principal. No primeiro, denominado **Power - ciência, cultura geek e poder**, trabalhamos habilidades de simulação e elaboração de analogias e extração, e os estudantes foram convidados a observar o universo da ficção com lentes científicas. O projeto ainda trouxe um forte contexto descolonizador, pois estudamos os poderes de super-heróis e heroínas negros, indígenas e latinos (Figura 5). O segundo - **Pokémon Naturae** - foi aplicado para que os alunos pudessem organizar os conhecimentos sobre os seres vivos agrupando-os mediante critérios por eles determinados. Sendo o desenho japonês *Pokémon* um fenômeno entre os jovens, ele pode ser excelentes ferramentas de analogia (SILVA e MESSIAS, 2019). Nesse trabalho os alunos exercitam os critérios utilizados na identificação de espécies reais utilizando o universo dos *pokémons*.



A



B

**Figura 5.** Projeto com apelo à cultura jovem como foco principal. (A) Identidade visual do projeto “Power! Cultura Geek, ciência e poder”. (B) Experimento dos estudantes representando o poder da super-heroína latina Fogo para representar uma chama colorida verde. Fonte: Autoria própria.

### Criatividade com as plataformas digitais formais

O período de pandemia que enfrentamos nos obrigou a trabalharmos no Ensino Remoto e, diante disso, professores lúdicos foram desafiados a estimular a criatividade e o brincar, ainda que usando ferramentas tecnológicas. Uma das minhas primeiras ações foi readaptar projetos que haviam sido aplicados de forma presencial. Nessa situação, as dicas são as mesmas: a) priorizar as habilidades e competências; b) ter um apelo lúdico e estético; c) conectar-se com cultura jovem ou popular.

Um exemplo é o projeto **Código da Barra - Rotulagem e o direito humano à alimentação adequada e saudável**, um trabalho de habilidades e competências de leitura crítica e cidadã (Figura 6). O objetivo do projeto foi realizar o levantamento das barras de cereais comerciais que se comprometem com um produto saudável. Para realizar esse trabalho os alunos preencheram de forma colaborativa planilhas de dados e produziram gráficos e relatórios sobre as informações coletadas.



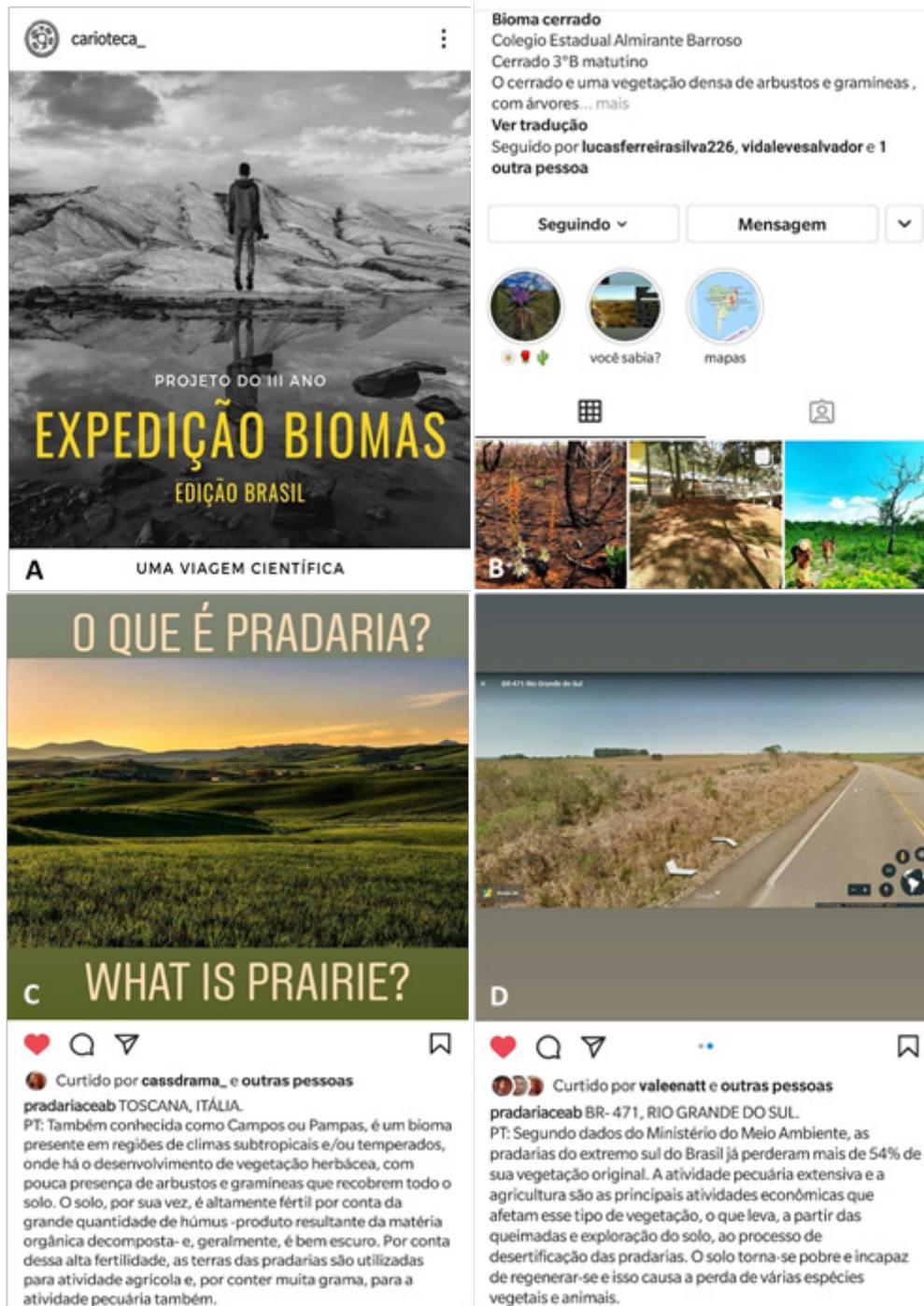
#### PANORAMA DAS BARRAS DE CEREAIS COMERCIAIS NO BRASIL

**Atividade 1.** Visite o site das empresas e pesquise na lista de **INGREDIENTES** e nas **TABELAS NUTRICIONAIS** de cada sabor os itens abaixo, respondendo **SIM** (presença) ou **NÃO** (ausência). Na primeira linha em vermelho claro vocês há um exemplo de como ela ficará após preenchida.

	Sabor	Gorduras Trans	Fibras	Vitaminas	Adoçante (Edulcorantes)	Aromatizantes	Corantes Artificiais	Conservantes
<b>Santa Helena</b>	Mendorato	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
<b>Kellogg's</b>	Barra Sucrilhos	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
	Barra Sucrilhos Ricemallow	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
	Barra Sucrilhos Chocomallow	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não
	Barra Sucrilhos Sabor Chocolate	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não
	Barra Sucrilhos sabor Morango	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não
<b>Cacau Show</b>	Barra Kellness Castanha e Chocolate	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
	Barra Morango com Chocolate	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
	Barra Kellness Banana, aveia e mel	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
	Sabor	Gorduras Trans	Fibras	Vitaminas	Adoçante (Edulcorantes)	Aromatizantes	Corantes Artificiais	Conservantes
<b>Cacau Show</b>	Truffon Tradicional	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Truffon Sintonia Caju & Canela	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Truffon Maracujá	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim

**Figura 6.** Projeto adaptado ao ensino remoto. Identidade visual do projeto “Código da Barra - Rotulagem e o direito humano à alimentação adequada e saudável” (à esquerda). Planilha de avaliação das barras de cereais vendidas nos supermercados utilizada pelos alunos (à direita). Fonte: Autoria própria.

Outro projeto adaptado à realidade remota foi o **Expedição Biomas - Uma viagem Científica**. Nessa atividade, dividida em quatro passos, os alunos foram incentivados a realizar uma viagem virtual aos biomas terrestres. Passo 1: Conhecer seu Bioma - realizar pesquisa bibliográfica sobre o bioma; Passo 2: Viajar e explorar o Bioma - através de aplicativos de geolocalização, como *Google Maps* e *Google Street View*; Passo 3: Fotografar e registrar - produzir o álbum da viagem no Instagram (Figura 7). O mais interessante é que muitas equipes mantiveram os perfis ativos mesmo após o término da atividade. Além disso, os estudantes desenvolveram outras estratégias dentro dos perfis criados que não haviam sido solicitadas, o que mostra que eles se sentiram muito confortáveis com a plataforma.

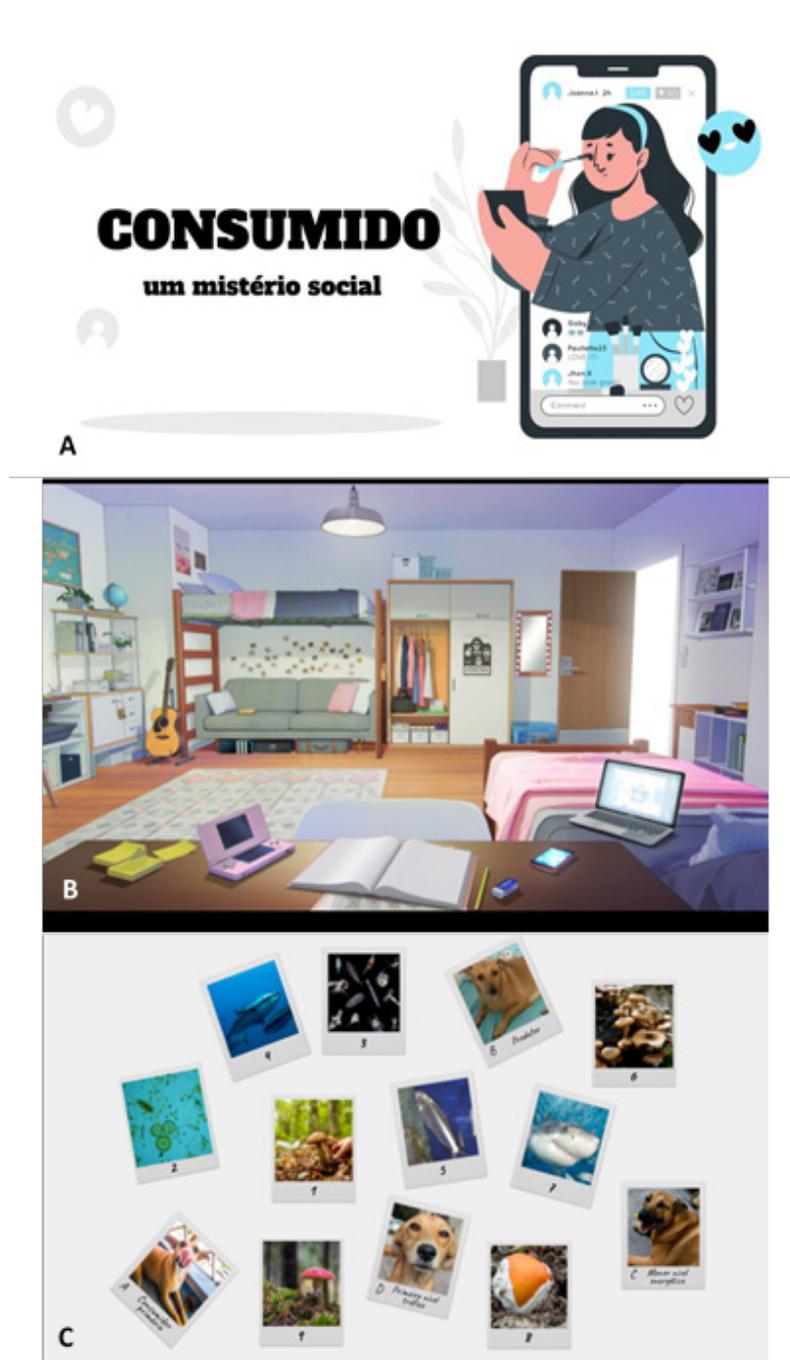


**Figura 7.** Projeto adaptado ao ensino remoto. (A) Identidade visual do projeto “Expedição Biomas - Uma viagem Científica”. (B) Perfil da rede social Instagram criado pelos estudantes como álbum de registro da expedição virtual pelo Cerrado. (C e D) Postagens realizadas pelos estudantes da equipe que fez a expedição virtual pela Pradaria. Fonte: Autoria própria.

Nesse processo desafiador de ser um educador lúdico, ainda que à distância, descobrimos ferramentas digitais que nunca imaginamos que poderiam ser úteis para brincar e criar atividades diferentes. Desde *sites* que permitem a construção de apresentações interativas e de enquetes e votações como o *Mentimeter*, até aqueles que dinamizam a elaboração de quiz, como o *Quizizz*, e de experiências de jogos digitais, a exemplo do *Wordwall*.

Mais recentemente concluí minha primeira tentativa de construção de um jogo narrativo em rede utilizando múltiplas plataformas digitais. A atividade recebeu o nome de **Consumido - Um mistério social**, um jogo que pretendeu ser uma introdução rápida ao estilo dos jogos de sala de fuga (*escape room*). Jogos de sala

de fuga são ferramentas desafiadoras para lidar com habilidades motivacionais, que promovem engajamento entre os jogadores e a resolução cooperativa de problemas (CLEOPHAS e CAVALCANTI, 2020). O jogo foi elaborado para o exercício de habilidades necessárias para conectar o raciocínio ecológico com a consciência cidadã e os efeitos antrópicos do consumismo. Usando ferramentas do Google Apresentações e do Google Sites os estudantes encontram uma imagem de uma sala cheia de objetos associados a *links* que dão acesso a pistas. Existem pistas fáceis de encontrar e existem pistas difíceis de encontrar. Os jogadores/estudantes precisam inserir as soluções aos desafios encontrados para avançar na história. Algumas missões apresentam dicas e não há tempo definido para a fuga da sala e consequente finalização do jogo, mas o acesso aos arquivos é bloqueado após três dias de disponibilização (Figura 8).



**Figura 8.** Jogo de sala de fuga elaborado a partir de múltiplas plataformas digitais. (A) Identidade visual da atividade “Consumido - um ministério social”. (B) Imagem da sala onde o jogo se desenvolve e onde os alunos procuram as pistas. (C) Imagem de um enigma encontrado pelo estudante quando ele clica na parede cheia de fotos. O enigma em questão pode ser solucionado com conhecimentos de cadeias alimentares. Você conseguiria desvendar uma senha a partir dessa imagem? Fonte: Autoria própria.

A proposta foi realizada em equipes que se reuniam em chamadas de vídeo ou grupos de mensagens de texto. Os estudantes foram orientados a eleger um capitão de equipe que pudesse abrir o jogo em um *desktop* ou *notebook*, preferencialmente. Para construir os desafios e as missões dentro do jogo foram utilizadas ferramentas digitais como o Google Formulários (para bloquear informações e inserir senhas), *OneDrive* (para bloquear arquivos com senha), Instagram (para criar narrativa e pistas da história) e Google Maps (para inserir desafios).

Aos docentes que se aventurarem a construir algo parecido fica minha dica: o jogo funciona melhor em desktops/notebooks, pois, além de serem abertos vários *links* e páginas, as imagens, assim como o cursor da presença de um *link*, ficam melhor em um desses dispositivos. Existem muitos professores que ensinam a fazer jogos de fuga usando ferramentas digitais, é possível encontrá-los em vídeos tutoriais do Youtube. Além disso, existem artigos publicados e jogos narrativos, como RPG e livros-jogos, que podem servir de inspiração.

### **Moral da história...**

Espero que essas experiências possam inspirar os colegas professores a não terem medo de brincar e de experimentar a ludicidade nas suas aulas. Que os relatos de minhas experiências tenham demonstrado que as atividades lúdicas não se restringem ao jogo e à brincadeira, mas incluem atividades que possibilitam momentos de curiosidade e conexão dos envolvidos. Claro que essa tarefa não é tão simples, para a criação de alguns jogos, se faz necessário várias semanas de trabalho, sendo boa parte desse tempo gasto em estudo de construção de jogos e busca de inspiração em trabalhos já realizados por outros docentes. Ser um(a) professor(a) lúdico(a) implica romper com um padrão já estabelecido e internalizado de ensino formal. Ainda assim, insista! O importante é você ter consciência do porquê de estar realizando aquela atividade e permitir que os estudantes possam exercitar habilidades e competências de forma criativa e flexibilizada, priorizando mais a experiência do que o conteúdo.

### **Referências**

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed, Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias - Orientações curriculares para o ensino médio**. v. 2. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica, 2006.
- CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D. Escape Room no Ensino de Química. **Química Nova na Escola (online)**, v. 42, p. 45-55, 2020.
- COIL, D. A.; ETTINGER, C. L.; EISEN, J. A. Gut Check: The evolution of an educational board game, **PLoS Biol**, v. 15, n. 4, 2017.
- LIMA, J. G. L.; FERREIRA, A. B. Jogando para Aprender: Uma Pesquisa sobre a Influência do Jogo Black Stories nas Habilidades e Competências de Estudantes de Engenharia de Requisitos. In: LABORATÓRIO DE IDEIAS - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (EDUCOMP). **Anais [...]**. p. 01. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021.
- PRADO, L. Educação lúdica: os jogos de tabuleiro modernos como ferramenta pedagógica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae - (RELuS)**, v. 2, n. 2, 2018.
- SILVA, K. C. P.; MESSIAS, T. S. Cultura pop, o uso de pokémon como ferramenta de ensino das Ciências Biológicas. In: **Fundamentos e Aplicações da Biologia**, p. 93-97. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

## **CAPÍTULO 17**

### **MUNDIVIDÊNCIAS PÓS-COVID: USAR MÁSCARAS PARA DESVENDAR**

Me. Roberta Lordelo da Costa

# MUNDIVIDÊNCIAS PÓS-COVID: USAR MÁSCARAS PARA DESVENDAR

Roberta Lordelo da Costa<sup>23</sup>

## RESUMO

A pandemia ocasionada pelo novo coronavírus alterou profundamente a vida de toda população mundial. A confirmação dos primeiros casos de COVID-19 em Portugal, fez-me optar, por questões de saúde, pelo uso da máscara; lembrança da época da gripe provocada pelo vírus H1N1 e a conduta assumida pela população japonesa. O uso da máscara ainda encontra muita resistência, apesar das recomendações das agências reguladoras, a exemplo da Organização Mundial de Saúde (OMS). A sua eficácia está associada ao distanciamento social, a etiqueta respiratória e a higienização das mãos. Atravessar esse processo fora do país de origem não tem sido uma tarefa fácil; muito embora vivenciar essa experiência em Portugal trouxe-me tranquilidade, uma vez que os países que se encontravam com a doença em avanço (Espanha, França e Itália) funcionaram como um termômetro do que estava por vir e as medidas adotadas pelo governo tiveram papel decisivo. Durante o confinamento, criar uma rotina no mesmo espaço mostrou capacidade criativa e de resiliência. No retorno progressivo às atividades do Doutorado, surge a convocação para integrar um projeto que visava desenvolver protocolos para o reaproveitamento de máscaras faciais. Eis que surge o dilema: continuar as tarefas da tese ou dar uma contribuição diante do cenário de crise ocasionado pela Pandemia da COVID-19? A pandemia nos fez repensar muitas questões, planos e projetos.

**Palavras-chave:** Máscaras, Pandemia, Proteção, Saúde.

---

<sup>23</sup>Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e doutoranda em Biociências – subárea Microbiologia Hospitalar – pela Universidade de Coimbra, Portugal. É docente de Biologia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Salvador, lotada no Departamento de Tecnologia em Saúde e Biologia (DTSBio). E-mail: roblordelo@gmail.com.

A pandemia ocasionada pelo coronavírus alterou profundamente a vida de toda população mundial. Custou acreditar no poder devastador do vírus e foram necessárias imagens televisivas que retratavam os pacientes sob cuidados intensivos em Bérghamo (Itália) para levar com mais seriedade o avanço do SARS-CoV-2. Neste momento, já não era mais possível levar a vida com normalidade.

A ausência de conhecimentos acerca das condutas terapêuticas e a disseminação rápida do vírus só despertavam o instinto de sobrevivência. Era preciso garantir que haveria futuro, já que as notícias eram desanimadoras e presenciar a sessão na assembleia portuguesa a pedir que a presidência da república declarasse estado de emergência, reforçava a sensação de incerteza vivida naquele instante.

O dia era 02 de março de 2020. Portugal registrava os primeiros casos de COVID-19 e eu havia finalizado a quarta amostragem no Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, cidade que resido e faço doutorado. A pesquisa que desenvolvo visa investigar como se dá a colonização do espaço hospitalar por microrganismos causadores de infecção hospitalar, nomeadamente, *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* no intuito de reduzir os riscos associados à sua transmissão.

Por questões de saúde, optei espontaneamente por usar máscara. Lembrei-me na época da gripe provocada pelo vírus H1N1 e a conduta assumida pela população japonesa (VALENCIA, 2020) em usar esse equipamento de proteção respiratória a fim de evitar a propagação do vírus. Sempre tive um olhar curioso quando via em ambientes com muitas aglomerações, alguns grupos de turistas usando máscaras.

Máscaras são equipamentos de proteção respiratória que controlam a fonte de infecção e a potencial contaminação do ambiente por essa infecção (CANINI *et al.*, 2010; CHU *et al.*, 2020). Seu uso deve estar associado ao distanciamento social, a etiqueta respiratória e a higienização das mãos, estando assim em acordo às orientações e informações técnicas emanadas pela Direção-Geral da Saúde (DGS) do Serviço Nacional de Saúde (SNS) de Portugal (2021), e com as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS).

O uso da máscara encontrou muita resistência no início e esta ainda persiste. Cowling *et al.* (2009), Jefferson *et al.* (2020), Suess *et al.* (2012) e Lau *et al.* (2004) relatam que a maioria dos estudos por eles analisados não trazem evidências suficientes para fornecer uma recomendação sobre o uso de barreiras faciais sem outras medidas associadas. Por outro lado, a Organização Mundial da Saúde (OMS) atualizou as suas orientações, aconselhando que, para prevenir a transmissão da COVID-19 com eficácia em zonas de propagação comunitária, os governantes deveriam encorajar o público em geral a usar máscaras (WHO, 2021).

Apesar de ter adotado medidas individuais que diminuía o risco de contaminação pelo vírus, a distância de casa e dos familiares impactaram os aspectos emocional, psicológico, acadêmico e pessoal em determinados momentos, pois a sensação de incerteza aumentava.

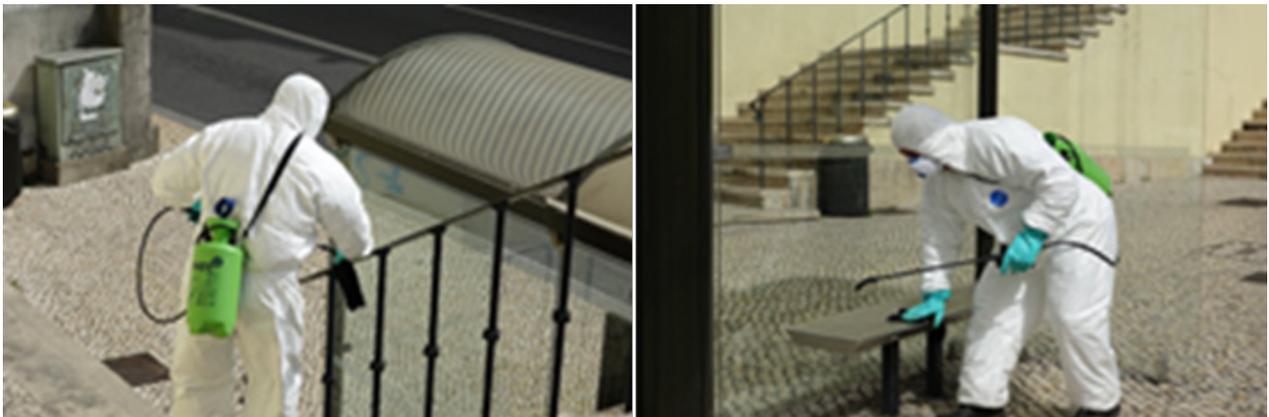
As escolas encerraram suas atividades no dia 15 de março de 2020 e três dias após o estado de emergência foi declarado pelo governo português com *lockdown* (confinamento) obrigatório.

A mobilização do poder público no enfrentamento da pandemia deveu-se muito ao que tinha ocorrido na Espanha, Itália e França. A situação foi encarada com seriedade e ampla informação passou a ser divulgada diariamente. O governo português desenvolveu uma plataforma para acompanharmos a situação da pandemia por região do país e a COVID-19 passou a ter legislação específica.

Enquanto isso, a Direção Geral da Saúde (DGS) responsabilizou-se pela criação dos Hospitais de Campanha (Figura 1) em cada região do país, disponibilizando material informativo em seu site e prestando declarações diárias acerca da evolução da pandemia à imprensa e as Câmaras Municipais ficaram responsáveis pela higienização dos equipamentos públicos (Figura 2) e garantiram gratuidade de acesso aos transportes públicos.



**Figura 1.** Hospital de Campanha do município de Coimbra. Fonte: Autoria própria.



**Figura 2.** Higienização dos equipamentos públicos, em Coimbra. Fonte: Autoria própria.

Esse conjunto de ações foi essencial para conter o avanço da doença e ocasionou uma sensação de segurança e cuidado por parte do poder público em relação a sua população. Confesso que vivenciar essa experiência em Portugal trouxe-me tranquilidade, uma vez que os países que se encontravam com a doença em avanço funcionaram como um termômetro do que estava por vir e o cenário não era favorável.

Algumas escolas mantiveram-se em funcionamento a fim de dar suporte aos filhos dos profissionais de saúde que estavam na linha de frente da pandemia (Figura 3). A maioria dessas crianças e adolescentes poderia ter ficado com seus avós, mas uma situação complexa surgiria: os pais que trabalham na área de saúde teriam mais chances de entrar em contato com o vírus e levá-lo para suas casas, aumentando as chances de transmitir aos idosos que ali estivessem.



**Figura 3.** Escola Básica e Secundária Quinta das Flores (Coimbra) manteve-se em funcionamento a fim de atender aos filhos dos servidores da saúde. Fonte: *Google Maps* (2021).

A cidade de Coimbra tem uma relação muito direta com a Universidade que leva seu nome. Diariamente, havia uma circulação de muitos turistas e estudantes, principalmente na parte mais histórica, onde estão localizadas as construções mais antigas da Universidade e tal movimentação dava o frescor que justifica a sua razão de ser.

Presenciar o esvaziamento das ruas de Coimbra sinalizava que as pessoas estavam cumprindo o confinamento como evidenciava que a situação era séria; e a medida que o tempo passava, manter-se com bom ânimo e disposição passou a ser um desafio. Era preciso mobilizar esforços para superar o medo e a incerteza do que estava por vir.

Encarar a situação de frente foi o primeiro passo para sair da crise pessoal que a pandemia provocou. Reunir esforços com quem está partilhando a caminhada contigo faz o processo ser mais leve e verdadeiro. Eu que já estava habituada a utilizar as tecnologias para me aproximar dos meus familiares e amigos, passei a utilizar com maior frequência essas ferramentas nas situações pessoais, acadêmicas e de trabalho.

Como criar uma rotina que permitisse conciliar trabalho, estudo, afazeres domésticos e momentos de lazer dentro de casa? O momento era de descobertas pessoais. Passar a comer mais em casa colocou-me a aprender novas receitas e, assim, a alimentação tornou-se mais saudável. Realizar trabalhos manuais e empregar energia para fazer algo ajudou na concentração e manteve-me focada no momento presente.

As saídas de casa destinavam-se ao supermercado, sempre acompanhadas das medidas de segurança que incluíam o uso da máscara e do álcool em gel. A permissão da parte do Governo português para fazermos caminhadas foi encarada como um momento de grande alívio, já estava na hora de imprimir movimento ao corpo e apanhar um pouco de sol.

A notícia da retomada das atividades no laboratório no dia 11 de maio de 2020 representou um misto de alívio e medo. Poder sair e exercitar o direito de ir e vir é muito bom desde que sua saúde não esteja ameaçada por uma doença que se dispunha de poucas condutas terapêuticas. Nesta altura, o uso da máscara era obrigatório em ambientes fechados e podíamos circular nas ruas livremente.

Retomei os trabalhos de bancada no laboratório em maio de 2020 em regime de escala quinzenal para obedecer às normas de distanciamento. Naquele momento, optei por caminhar 6km diariamente. Como tudo na vida tem uma perspectiva, encarei o desafio como uma melhoria do meu condicionamento físico. A Universidade de Coimbra garantiu álcool em gel e máscaras como parte dos protocolos de segurança.

Algumas tarefas da tese foram possíveis de serem realizadas, apesar do Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra manter a suspensão das amostragens. O número de casos graves de COVID-19 estava sob controle, o que nos dava uma sensação de segurança e caminhávamos para última fase do primeiro desconfinamento.

Os pesquisadores que se propusessem desenvolver investigações que tivessem relação com a pandemia teriam acesso irrestrito aos laboratórios uma vez que os recursos para investigação estavam voltados à realidade da COVID-19. O momento, apesar de crítico, vislumbrou uma oportunidade. Na ocasião, surgiu a convocação para integrar um projeto que visava desenvolver protocolos para o reaproveitamento de máscaras sociais, PFF2/N95 e cirúrgicas, aumentando sua vida útil e diminuindo os resíduos no ambiente. As máscaras cirúrgicas e PFF2/N95 são consideradas descartáveis e conseguir comprovar que é possível reutilizá-las, sem perder a sua qualidade, beneficiará o Serviço Nacional de Saúde – SNS.

Permaneceremos a utilizar máscaras até que toda a população esteja imunizada ou não haja mais a circulação do vírus causador da COVID-19. Possibilitar aos Lares de Idosos e empresas o reaproveitamento das máscaras, seguindo corretamente os protocolos, contribui para conter o avanço da pandemia por possibilitar máscara à todas as pessoas.

Ao apresentar protocolos de descontaminação testados, garante-se condições de segurança, caso as máscaras não sejam encontradas ou estejam indisponíveis no mercado em algum momento. Num cenário mais crítico, caso as unidades de saúde enfrentem uma crise com a escassez deste equipamento de proteção individual (EPI), os protocolos apresentados podem ser adotados como parte de um plano de contingência.

Pensei em recusar em virtude do atraso da minha pesquisa, mas essa ideia se dissipou quando pensei qual história gostaria de contar no futuro em relação à pandemia da COVID-19 e qual contribuição social seria deixada. Assim, à medida que o projeto se desenvolvia, era expectável avaliar quantos ciclos de descontaminação seriam possíveis de realizar utilizando-se peróxido de hidrogênio nebulizado, hipoclorito de sódio e vapor de água aquecido através do micro-ondas.

Ao conceber as orientações diferenciadas para públicos específicos sobre protocolos recomendados segundo os meios que têm ao seu dispor, buscou-se produzir informação rigorosa e segura para reutilização de Aparelhos de Proteção Respiratória de uso comum. O estudo seguiu as orientações fornecidas pela Norma ISO 14937 (ISO 14937: 2000) e Guia de Indicadores Biológicos do FDA (*Food and Drug Administration*) para o *Geobacillus stearothermophilus* e o *Bacillus atrophaeus* (ALBERT *et al.*, 1998).

Kotzekidou (2014) informa que a *Geobacillus stearothermophilus* é uma bactéria Gram positiva, termofílica, aeróbia, formadora de esporos. Para o seu crescimento utilizamos o meio Tryptone Soy Agar (TSA) à temperatura de 55°C. A *Bacillus atrophaeus* é uma bactéria Gram-positiva, aeróbia e formadora de esporos. À temperatura de 30°C alcança ótimo crescimento em meio Nutrient Agar (NA) (SELLA *et al.*, 2014).

As máscaras foram analisadas progressivamente no final de cada ciclo de tratamento que foram divididos em três grupos: 1 tratamento (1T), 5 tratamentos (5T) e 10 tratamentos (10T). De forma a proceder à análise microbiológica, foi necessário retirar as máscaras do grupo 5T e 10T no fim do quarto e nono ciclo de tratamento, respectivamente.

Estas máscaras receberam diferentes concentrações dos esporos em dois locais distintos (parte lateral e frente) e secaram “*overnight*” (durante à noite). Após isto, foram encaminhadas para completar o ciclo de tratamento.

Em paralelo, as máscaras que foram analisadas quanto a sua integridade estrutural não interromperam os seus ciclos de tratamento, logo estas foram retiradas após o 5T e 10T. Registra-se para os devidos fins que se pretende publicar em uma revista de elevado impacto científico os resultados obtidos com este projeto.

Em dezembro de 2020, Portugal encontrava-se na segunda onda da pandemia, tendo alcançado seu pior momento no mês de novembro. O aumento ou a diminuição do número de casos fazia com que as cidades recebessem uma classificação de risco e para tal, um conjunto de medidas a seguir.

No intuito de facilitar o acompanhamento do risco de cada município, criou-se um aplicativo denominado por “ESTAMOS ON” (Figura 4). Nele, é possível selecionar a localidade que se encontra, além de verificar a classificação de risco e as medidas que devem ser seguidas a fim de se evitar multas por descumprimento do que estava previsto na legislação vigente.



**Figura 4.** Aplicativo desenvolvido pelo governo português no intuito de acompanhar a situação de risco da pandemia por município em Portugal. Fonte: <https://COVID19estamoson.gov.pt/>.

Coimbra encontrava-se com risco elevado e aos fins de semana o confinamento obrigatório a partir das 13h com saídas permitidas em situações de emergência ou de necessidade (Figura 5).

A Universidade de Coimbra, situada em Lisboa, foi uma das poucas instituições que manteve as aulas presenciais. Uma parte de seus prédios é bastante antiga, pois a Instituição foi criada no ano de 1290, e eles tiveram que se adaptar à nova realidade. À entrada aos edifícios, fazia-se necessária a aferição da temperatura e validação do cartão de acesso.

Os pisos dos prédios foram sinalizados com setas de onde podíamos transitar. Nas salas de aula, as carteiras seguiram as marcações de permissão ou proibição no intuito de garantir o distanciamento social. À entrada de cada prédio ou sala havia solução desinfetante para as mãos e o uso da máscara era obrigatório.



**Figura 5.** Apresentação das medidas a serem seguidas pelos municípios com classificação de risco elevado. Fonte: Aplicativo “ESTAMOS ON”.

Confesso que poder ver a circulação de pessoas nas ruas, dessa vez todos a usar máscaras, sinalizava que a normalidade dava seus primeiros passos no intuito de retornar, muito embora o real desejo é de que a vacina seja uma realidade mundial.

A pandemia nos fez repensar muitas questões, planos e projetos. Num primeiro momento, nenhuma ação a longo prazo tinha grande importância, pois ao vivenciar momentos críticos era preciso focar no tempo presente e em quem estava à sua volta. Foi preciso pensar em mim, em minha filha e estender esse cuidado ao meu coletivo.

Salienta-se que ao usar máscaras, existe um cuidado individual de proteção e de não transmitir nenhum tipo de microrganismo ao outro. Ao lavar as mãos, evita-se uma provável cadeia de transmissão. A manutenção da etiqueta respiratória e o distanciamento social são as medidas que nos permitiram chegar até aqui e contar essa história.

Que possamos ter educação, cultura, alimentação, ciência e vacina para toda população do planeta.

## Referências

- ALBERT, H.; DAVIES, D. J. G.; WOODSON, L. P. *et al.*. Biological indicators for steam sterilization: Characterization of a rapid biological indicator utilizing *Bacillus stearothermophilus* spore-associated alpha-glucosidase enzyme. **Journal Applied Microbiology**. v. 85, 5 ed. p. 865–874, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1998.00607.x>. Acesso em jun.2021.
- CANINI, L.; ANDREOLETTI, L.; FERRARI, P. *et al.* Surgical mask to prevent influenza transmission in households: a cluster randomized trial. **PLOS ONE**. v. 5, n. 11, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013998>. Acesso em jun.2021.
- CHU, D. K.; AKL, E. A.; DUDA, S. *et al.* Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet**. v. 395, n. 10242, p. 1973-1987, 2020. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31142-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31142-9). Acesso em jun.2021.
- COWLING, B.J.; CHAN, K.H.; FANG, V.J. *et al.* Facemasks and hand hygiene to prevent influenza transmission in households: a cluster randomized trial. **Annals of Internal Medicine**. v. 151, n. 7, p. 437-446, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-7-200910060-00142>. Acesso em jun.2021.
- INTERNATIONAL STANDARD: Sterilization of healthcare products – General requirements for characterization of a sterilizing agent and development, validation and routine control of a sterilization process for medical devices: ISO 14937. 1ed. 2000.
- INTERNATIONAL STANDARD IEC 61010-1. Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use: ISO 16834. 2ed. 2006.
- JEFFERSON, T.; JONES, M. A.; AL-ANSARI, L. *et al.*, 2020. Physical interventions to interrupt or reduce the spread of respiratory viruses. Part 1 - Face masks, eye protection and person distancing: systematic review and meta-analysis. **MedRxiv**. [preprint]. Disponível em: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.30.20047217v2.full-text>. Acesso em jun. 2021.
- KOTZEKIDOU, P. *Geobacillus stearothermophilus* (Formerly *Bacillus stearothermophilus*). **Encyclopedia of Food Microbiology**. p. 129–134. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00020-3>. Acesso em: jun. 2021.
- LAU, J.T.; TSUI, H.; LAU, M. *et al.* SARS transmission, risk factors, and prevention in Hong Kong. **Emerging Infectious Diseases Journal**. v. 10, n. 4, p. 587-592. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.3201/eid1004.030628>. Acesso em jun. 2021.

- PORTUGAL. Legislação Compilada – COVID-19. **Diário da República Eletrônico (online)**. Disponível em: <https://dre.pt/legislacao-COVID-19-por-data-de-publicacao>. Acesso em: jun. 2021.
- PORTUGAL. Ministério da Saúde. Serviço Nacional de Saúde. **Orientações e da Direção-Geral da Saúde contra a COVID-19**. Disponível em: <https://COVID19.min-saude.pt/orientacoes/>. Acesso em: jun. 2021.
- REPÚBLICA PORTUGUESA. **Estamos On: A Resposta de Portugal à COVID-19 (site)**. Disponível em: <https://COVID19estamoson.gov.pt/>. Acesso em jun. 2021.
- SELLA, S. R. B. R.; VANDENBERGHE, L. P. S.; SOCCOL, C. R. *Bacillus atrophaeus* : main characteristics and biotechnological applications – a review. **Critical Reviews in Biotechnology**. v. 35, n. 4, p. 533-545. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/07388551.2014.922915>. Acesso em: jun. 2021.
- SUESS, T.; REMSCHMIDT, C.; SCHINK, S. B. *et al.* The role of facemasks and hand hygiene in the prevention of influenza transmission in households: results from a cluster randomised trial. Berlin, Germany, 2009-2011. **BMC Infectious Diseases**. v. 12, n. 26. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2334-12-26>. Acesso em: jun. 2021.
- TAXONOMIA DA ESPÉCIE *Geobacillus stearothermophilus* (Donk 1920) Nazina *et al.* 2001 emend. Corevits *et al.* 2012. **NamesforLife (online)**. Disponível em: <https://www.namesforlife.com/10.1601/nm.5024>. Acesso em: jun. 2021.
- TAXONOMIA DA ESPÉCIE *Bacillus atrophaeus* Nakamura 1989. **NamesforLife (online)**. Disponível em: <https://www.namesforlife.com/10.1601/tx.4874>. Acesso em jun. 2021.
- VALENCIA, A. M. Coronavírus: por que os japoneses já usavam máscaras muito antes da COVID-19. BBC News Brasil, **BBC News Mundo**. Jul. 2020. Seção Internacional. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-53452695>. Acesso em: jun. 2021.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Recomendações sobre o uso de máscaras no contexto da COVID-19: Orientações Provisórias**. Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332293/WHO-2019-nCov-IPC\\_Masks-2020.4-por.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332293/WHO-2019-nCov-IPC_Masks-2020.4-por.pdf). Acesso em: jun. 2021.

# GLOSSÁRIO

## A

**Acidose:** Acumulação de ácido ou perda da reserva alcalina do sangue e dos tecidos que se caracteriza por um decréscimo do potencial de hidrogênio (pH); Estado patológico do sangue que apresenta uma reação ácida, característica do diabetes grave e de certas intoxicações.

**Aerolização:** Ato ou efeito de emitir aerossóis no ar ou no ambiente.

**Aerossol/Aerossóis:** Suspensão(ões) de partículas sólidas, ou mais frequentemente líquidas, em um meio gasoso; Dispersão, em partículas muito finas, de um líquido ou de uma solução em um gás.

**Afecção:** Qualquer alteração patológica do corpo.

**Agente infeccioso:** Causa infecciosa; Propulsor da infecção.

**Agravos:** Aumento da intensidade de algo ou alguma coisa; Prejuízos sofridos; Perdas, danos; Agravamentos.

**Agroecologia:** Ramo da Ecologia que estuda os ecossistemas artificiais que se estabelecem em áreas agrícolas.

**Agrotóxico:** Produto químico usado no combate e prevenção de pragas agrícolas; Defensivo agrícola, como os fungicidas, herbicidas, inseticidas e pesticidas.

**Álcool isopropílico:** Designação química de uma substância que contém o radical isopropila.

**Alelo:** Corresponde a cada uma das formas de um determinado gene.

**Alimentos reimosos:** Alimentos que prejudicam a saúde, capazes de causar pruridos; Alimentos que “fazem mal” às pessoas doentes.

**Ambientes prístinos:** Ambientes antigos, primitivos, anteriores, originais.

**Amostra:** Pequena porção de alguma coisa dada para ver, provar ou analisar, a fim de que a qualidade do todo possa ser avaliada ou julgada; Fragmento representativo de alguma coisa.

**Anacronismo:** Atitude ou fato que não está de acordo com a sua época.

**Anatoxina:** Substância estável e inócua resultante de tratamento químico de toxina; Moléculas capazes de proteger contra a infecção, sendo também passíveis de transferências para outros animais, promovendo a imunização; Toxoide; Toxina produzida por cianobactérias.

**Anfifílico:** Qualquer composto químico que possui na sua composição uma parte hidrofílica (solúvel em água) e outra hidrofóbica (não solúvel em água).

**Anticorpo:** Proteína do soro sanguíneo sintetizada pelos linfócitos B em reação à entrada no organismo de uma substância estranha (antígeno); Imunoglobulina (Ig).

**Antígeno:** Partícula ou molécula capaz de estimular a produção de anticorpo específico.

**Antimicrobiano:** Substância que destrói ou impede o desenvolvimento de microrganismos.

**Antissepsia:** Os meios que se utilizam para eliminar os microrganismos causadores de doenças; O que se faz para prevenir infecções; Conjunto de métodos que, destruindo os microrganismos, evita a infecção; Destruição química dos microrganismos com aplicação de substâncias ou meios antissépticos.

**Antisséptico:** Substância ou medicamento que combate infecções por impedir a proliferação de microrganismos patogênicos; O agente que impede/combate infecções.

**Antrópico:** Resultante da ação humana, especialmente em relação às modificações no ambiente causadas por essa ação.

**Antropoceno:** Período relativo à época mais recente da Terra, a era Cenozoica, caracterizado pelos efeitos do impacto da atividade humana nos ecossistemas do planeta Terra, tais como as alterações climáticas.

**Apneia:** Ausência ou interrupção momentânea da respiração.

**Apoplexia:** Designação comum das patologias causadas por derramamento de sangue no interior de um órgão; Padecimento dos centros nervosos que se manifesta pela perda súbita das sensações e dos movimentos. Indivíduo apoplético.

**Assepsia:** Inexistência de matéria infecciosa, patogênica, em materiais cirúrgicos ou não; Conjunto de métodos capazes de proteger o organismo contra a entrada de microrganismos patogênicos, além de impedir a proliferação de doenças e prevenir infecções.

**Assintomático:** Que não apresenta ou não constitui sintoma de alguma doença.

**Atrito:** Resistência contrária em relação ao movimento de dois corpos que estão em contato: força de atrito; Fricção entre dois corpos, geralmente duros ou ásperos; Ato de esfregar.

## B

**Bacilo:** Bactéria em forma de bastonete (bastão), patogênicas para os seres humanos e mamíferos.

**Bactericida:** Substância utilizada para eliminar bactérias.

**Biocida:** Diz-se de ou substância que possua ação letal sobre microrganismos; Conservante que impede o ataque de fungos e bactérias a todo tipo de material orgânico, como papel, madeira, tecidos etc.

**Biodiversidade:** Reunião que contempla todas e/ou quaisquer espécies de seres que existam e convivam na biosfera em certa região ou em um período de tempo.

**Bioma:** Grande comunidade de plantas e animais que, equilibrada e estável, está adaptada às condições climáticas ou ecológicas de uma determinada região, sendo geralmente definida pelo tipo principal de vegetação.

**Biomolécula:** Molécula característica de ou obtida de seres vivos.

**Biotecnologia:** Estudo e desenvolvimento de organismos geneticamente modificados e sua utilização para fins produtivos; Tecnologia desenvolvida a partir de conhecimentos de uma ou de várias áreas da Biologia.

**Biossegurança:** Conjunto de normas, medidas ou procedimentos técnicos que visam à prevenção e proteção de profissionais trabalhadores das mais diversas áreas com a finalidade de preservar a saúde e a vida humana.

**Bradycardia:** Lentidão fora do normal que, observada no ritmo cardíaco, retarda a frequência de 60 batimentos por minuto; Bradirritmia.

**Brucelose:** Infecção generalizada causada por bactéria (*Brucella* spp.) e transmitida de animais (caprinos, bovinos, ovinos e suínos) para pessoas, além de produtos lácteos não pasteurizados.

## C

**Cepa:** Qualquer grupo de organismos que partilham as mesmas características; Estirpe, linhagem.

**Cientificista:** Doutrina filosófica que afirma ser a ciência superior a qualquer outro saber ou conhecimento usado para compreender a realidade; Filosofia que nega a importância dos problemas que estão fora do alcance da investigação científica.

**Citotoxicidade:** Capacidade que uma molécula/substância possui de inibir a proliferação celular ou causar lesões às células expostas a ela.

**Citotóxico:** Que é tóxico para as células.

**Citotoxina:** Toxina ou anticorpo de ação tóxica específica sobre determinadas células ou órgãos [As citotoxinas são designadas de acordo com o tipo de células para as quais são específicas: neurotoxinas, nefrotoxinas etc.].

**Comorbidade:** Associação de duas ou de várias doenças que aparecem de modo simultâneo Contágio: Transmissão de doença de uma pessoa a outra, por contato direto ou indireto. Contaminação.

**Convalescença:** Período de recuperação em que, após uma doença ou enfermidade, há um processo gradual de restabelecimento de saúde.

**Coriza:** Secreção nasal de coloração transparente, amarelada ou avermelhada em função da presença de sangue.

**Coronavírus:** Família de vírus (Cov) que provoca variadas doenças em animais e pessoas, especialmente, infecções respiratórias, sendo a sua manifestação mais severa conhecida como Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-CoV).

**Cosmologia:** Ciência que trata das leis gerais que regem o universo.

**COVID-19:** Nome oficial da doença respiratória infecciosa aguda, potencialmente grave que pode levar à morte, causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2).

## D

**Decocção:** Ação de ferver plantas em um líquido a fim de lhes extrair os princípios ativos.

**Defensivos químicos:** Insumos utilizados na agricultura para a proteção de plantas; Também conhecidos por agrotóxicos, pesticidas, praguicidas ou produtos fitossanitários.

**Deletério:** Que é prejudicial à saúde; Insalubre; Danoso, nocivo.

**Descontaminar:** Eliminar ou amenizar os efeitos de agentes contaminantes em alguém ou alguma coisa; Purificar.

**Desenvolvimento sustentável:** Processo de desenvolvimento que busca proteger o meio ambiente, assegurando as necessidades da geração atual, sem esgotar os recursos naturais do planeta para as gerações futuras.

**Desinfecção:** Ato ou efeito de desinfecionar; Eliminação de microrganismos que causam infecção com uso de produtos químicos; Assepsia.

**Desinfetar:** Ato de eliminar bactérias de algo ou algum lugar; Desinfecionar.

**Desinfetante:** Que ou o que é próprio para desinfetar; Desinfetador, Desinfetante; Antisséptico.

**Desnaturação:** Perda daquilo que é característico ou próprio de algo; Descaracterização, desfiguração, desnaturalização; Perda da estrutura tridimensional de uma macromolécula em razão da exposição a agentes como o calor e a acidez; Separação das duas cadeias de nucleotídeos componentes da molécula de DNA; Adulteração das características ou utilização de (substância, produto etc.) pela adição de outra(s) substância(s).

**Desodorizante:** Capaz de desodorizar; Produto que pode ser utilizado para diminuir ou eliminar o odor desagradável.

**Desodorizar:** Retirar o odor de; Fazer com que os cheiros desagradáveis acabem por meio da utilização de um determinado produto ou substância; Desodorar.

**Detecção:** Ação, processo ou efeito de detectar; Descoberta, revelação.

**Diagnóstico:** Fase do ato médico em que o profissional procura a natureza e a causa da afecção.

**Difundir:** Fazer com que se torne conhecido; Divulgar.

**Disseminação:** Espalhamento, dispersão; Propagação, difusão.

**Doença:** Alteração biológica do estado de saúde de um ser vivo manifestada por um conjunto de sintomas perceptíveis ou não; Enfermidade, mal, moléstia.

## E

**Ecologia:** Ciência que estuda as interações dos organismos entre si e destes com seu ambiente físico.

**Ectoparasita:** Tipo de parasita que se aloja sobre o corpo do animal hospedeiro e também em suas cavidades.

**Edema:** Acúmulo anormal de líquido que ocasiona inchaço, normalmente, em tecido conjuntivo.

**Emergência:** Ato ou efeito de emergir; Situação grave, perigosa; Momento crítico.

**Emergente:** Que emerge, que surge; Que procede ou é consequência de algo ou alguma coisa.

**Empatia:** Capacidade de se colocar no lugar de outra pessoa, buscando agir ou pensar da forma como ela pensaria ou agiria a fim de entendê-la; Identificação; Afinidade, afeição.

**Emulsificar:** Criar uma emulsão, ou seja, uma substância química que resulta da junção de líquidos que não se misturam (ex.: mistura de água e óleo).

**Endemia:** Doença infecciosa que ocorre habitualmente e com incidência significativa em dada população e/ou região.

**Enfermidade:** Doença.

**Epidemia:** Doença de ataque transitório que ataca, simultaneamente, grande número de indivíduos em uma determinada localidade; Surto periódico de uma doença infecciosa em dada população e/ou região; Aumento do número de casos de uma doença ou de um fenômeno anormal.

**Epidemiologia:** Ramo da medicina que estuda os diferentes fatores que intervêm na difusão e propagação de doenças, sua frequência, seu modo de distribuição, sua evolução e a colocação dos meios necessários à sua prevenção.

**Epidemiologista:** Que ou aquele que é especialista em epidemiologia.

**Etnia:** Grupo identitário de mesma origem, cultura e história que se diferencia dos demais por suas especificidades (cultura, religião, língua, modos de agir etc.); Grupo étnico.

**Etnobiologia:** Ramo da Biologia que trata da relação entre sociedades humanas, comumente primitivas, e as plantas e animais do seu ambiente.

**Etnobotânica:** Ramo da Botânica que estuda o papel tradicional de certas plantas na vida e folclore de determinada raça ou povo.

**Etnoconhecimento:** Estudo da classificação do mundo vivo por qualquer cultura.

**Etiologia:** Ramo do conhecimento cujo objeto é a pesquisa e a determinação das causas e origens de um determinado fenômeno; Estudo das causas das doenças.

**Evaporação:** Processo físico que consiste na passagem lenta e gradual de um estado líquido para um estado de vapor em função de aumento natural ou artificial de temperatura.

**Exógeno:** Que provém do exterior; Substância exógena.

**Expressão gênica:** Processo pelo qual a informação de um gene é utilizada para a síntese de um produto funcional, como RNAs e proteínas.

**Extrativismo:** Qualquer atividade de retirada ou coleta de materiais existentes na natureza para subsistência ou não: extrativismo mineral (mineração), animal (caça e pesca) e vegetal (exploração de florestas).

## F

**Fagocitose:** Processo em que células do sistema imunológico englobam partículas/microrganismos através de projeções das suas membranas.

**Fast foods:** Termo em inglês que significa um tipo de comida preparada e servida com rapidez; Alimentos vendidos em lanchonetes e similares.

**Farmacologia:** Ramo da medicina que estuda as propriedades químicas dos medicamentos e respectivas classificações.

**Fenótipo:** Conjunto de características observáveis em um organismo, incluindo aspectos bioquímicos e fisiológicos.

**Filogenia:** Corresponde à história evolutiva de uma espécie ou grupo de espécies.

**Fitoterapia:** Tratamento medicinal com remédios de origem vegetal.

**Fluxo gênico:** Qualquer movimento ou migração de genes de uma população para a outra.

**Fômite:** Qualquer tipo de superfície ou objeto possível de ser contaminado e capaz de reter ou transportar agentes infecciosos de um indivíduo a outro.

**Fricção:** Ação de friccionar, de esfregar causando atrito; Resistência que apresentam duas superfícies ao contato de uma sobre a outra.

**Fungicida:** Produto químico utilizado no combate aos fungos; Antifúngico.

## G

**Gangrena:** Morte e putrefação dos tecidos de qualquer parte do organismo vivo; Necrose.

**Gene:** Elemento do cromossomo formado por um segmento de DNA que condiciona a transmissão e a manifestação dos caracteres hereditários.

**Genética:** Ciência que se dedica ao estudo da hereditariedade, bem como da estrutura e das funções do gene.

**Genoma:** Corresponde à toda informação genética do indivíduo.

**Genótipo:** Conjunto dos fatores hereditários que entram na constituição de um indivíduo ou de uma linhagem.

**Germicida:** Substância ou agente físico capaz de eliminar microrganismos; Microbiocida.

**Geoespacial:** Diz respeito à superfície da Terra ou à posição relativa de algo nesta; Coordenadas geoespaciais.

**Gripe:** Enfermidade infecciosa, virótica, contagiosa, e muitas vezes epidêmica, caracterizada por estado de abatimento geral e presença de sintomas variados (febre, congestionamento das vias respiratórias, dores de cabeça e de garganta).

## H

**Habitat:** O ambiente de um organismo; Corresponde ao local onde o organismo é comumente encontrado.

**Herbicida:** Produto químico utilizado no combate às ervas daninhas.

**Hereditariedade:** Transmissão dos caracteres biológicos normais ou patológicos de uma geração às outras por meio de genes.

**Hidrofilia:** Que gosta de água; Que tem ação absorvente; Que tem afinidade com água, sendo capaz de absorvê-la ou adsorvê-la; Hidrofílico.

**Hidrofóbico:** Diz-se de material ou substância que não absorve ou adsorve água, que não se mistura com a água.

**Higienização:** Ação ou efeito de higienizar, de tornar higiênico, limpo, asseado; Limpeza seguida da desinfecção; Asseamento.

**Hipoclorito:** Química do ácido hipocloroso (hipoclorito de sódio: NaClO) ou ânion dele derivado.

**Hipoglicemia:** Redução da quantidade normal de glicose no sangue.

**Holístico:** Que considera o todo não somente como uma junção de suas partes; Que busca entender os fenômenos por completo, inteiramente.

**Homeostase:** Capacidade de manter a estabilidade das condições internas, físicas e químicas em um sistema vivo.

**Hospedeiro:** Que ou o que abriga e/ou nutre outro organismo, parasita ou não (diz-se de organismo).

## I

**Imunidade:** Conjunto dos mecanismos de defesa de um organismo contra os elementos que lhe são estranhos, ou seja, os agentes patogênicos.

**Imunidade adaptativa:** Imunidade adquirida ao longo da vida do indivíduo a partir do contato com diversos antígenos; O mesmo que imunidade adquirida.

**Imunidade humoral:** Subdivisão da imunidade adaptativa/adquirida que é mediada por macromoléculas, como os anticorpos.

**Imunidade inata:** Imunidade que nasce com o indivíduo; Mecanismo de defesa inicial contra infecções.

**Imunoglobulina:** Proteína do soro sanguíneo sintetizada pelos plasmócitos provenientes dos linfócitos B como reação à entrada no organismo de uma substância estranha (antígeno); Anticorpo.

**Imunizante:** Que ou o que imuniza; Imunizador.

**Imunologia:** Especialidade biomédica que estuda o conjunto dos mecanismos de defesa do organismo contra antígenos.

**Incidência:** Ato ou efeito de incidir; Acontecimento, ocorrência.

**Incidir:** Ocorrer em (determinado lugar); Acontecer, recair; Acontecer, sobrevir, ocorrer.

**Incubação:** Processo de laboratório por meio do qual se cultivam microrganismos com o fim de estudar ou facilitar o seu desenvolvimento; Período que vai da penetração do agente infeccioso no organismo até o aparecimento dos primeiros sinais da doença.

**Inseticida:** Produto químico utilizado no combate aos insetos.

**Infecção:** Enfermidade causada pela presença e desenvolvimento no interior do organismo de uma ou mais variedades de agentes vivos patogênicos; Contaminação, contágio.

**Infectocontagioso:** Que causa infecção e se dissemina por contágio.

**Infectologia:** Especialidade médica que se dedica ao estudo e tratamento de doenças infecciosas.

**Infectologista:** Que ou aquele que é especialista em doenças infecciosas.

**Infodemia:** Corresponde ao excesso de informações, sejam elas precisas ou não, dificultando o encontro de fontes verídicas e orientações confiáveis.

**Insalubre:** Que não é bom para a saúde; Que causa doença.

**Integralidade:** Característica, particularidade ou condição do que é integral (completo); Reunião de todas as partes que formam ou completam um todo; Totalidade, completude.

**Intoxicação:** Ato ou efeito de intoxicar(-se); Envenenamento.

## J

## K

## L

**Leucócito:** Célula nucleada, encontrada no sangue e na linfa, que participa nos processos de defesa imunitária do organismo; Glóbulo branco [inclui os linfócitos, monócitos, neutrófilos, eosinófilos e basófilos].

**Limpeza:** Remoção de microrganismos, sujeiras e impurezas das superfícies, não matando-os, mas removendo-os, diminuindo o número e o risco de propagação da infecção.

**Linfócito:** Variedade de leucócito mononuclear (glóbulo branco) que apresenta núcleo, geralmente, arredondado ou ligeiramente denteado e é produzido pelos gânglios linfáticos e tecido linfoide.

**Linfopenia:** Corresponde à baixa quantidade de linfócitos no sangue.

**Lockdown:** Termo em inglês que significa “confinamento” que, quando imposto pelo Estado, restringe a circulação de pessoas em áreas e vias públicas, incluindo fechamento de fronteiras e que ocorre em situações de pandemia com objetivo de evitar a disseminação do vírus.

**Ludicidade:** Característica ou propriedade do que é lúdico, do que é feito por meio de jogos, brincadeiras, atividades criativas.

## M

**Mialgia:** Dor muscular.

**Micela:** Cada uma das partículas que se encontra em suspensão nas soluções coloidais, vivas ou inertes, formadas por agregados de moléculas;

**Microbiologia:** Especialidade que se dedica ao estudo dos microrganismos, incluindo aqueles responsáveis pelas doenças infecciosas, englobando a bacteriologia (estudo das bactérias), virologia (estudo dos vírus) e micologia (estudo dos fungos).

**Microbiota:** População de microrganismos (bactérias, fungos e vírus) que habita o interior do corpo de um ser vivo.

**Monocultura:** Sistema de exploração do solo com especialização em um só produto.

**Morbidade:** Característica, qualidade ou estado do que é mórbido; Morbidez; Conjunto de causas capazes de produzir uma doença; Incidência relativa de uma doença; Taxa de indivíduos doentes num dado grupo e durante um período determinado.

**Mortalidade:** Qualidade, estado ou condição do que é mortal; Atributo ou condição de qualquer coisa que produza, provoque a morte; Número de pessoas ou seres que morrem em determinada época ou em determinada região, país etc., ou ainda em função de alguma doença, epidemia; Extermínio; Mortandade.

**Mudanças climáticas:** Transformações em longo prazo nos padrões de temperatura e clima em escala global.

**Mundividência:** Modo de perceber, de ver o mundo; Concepção.

**Mutação:** Alteração no conteúdo genético de um indivíduo (genótipo), sem relação com os ascendentes, mas passível de ser herdada pelos descendentes.

## N

**Nanopartícula:** Qualquer tipo de material cujas partículas apresentam tamanhos com dimensões <100nm (nanômetros); Referente à nanotecnologia.

**Natalidade:** Relação entre o número de nascidos vivos e o total da população em um dado lugar, em um dado período de tempo.

**Necrose:** Morte de célula ou do tecido orgânico; Modificações morfológicas que indicam morte celular.

**Negacionismo:** Ideologia da pessoa que nega ou não aceita um fato comprovado e documentado, analisando esse fato com argumentos ou pontos de vista sem fundamentos históricos e/ou científicos; Negacionismo científico.

**Nomenclatura:** Conjunto que contém as designações, os nomes de algo ou alguma coisa; Reunião de termos particulares ou nomeação específica de uma ciência, arte, ofício ou profissão; Lista de nomes; Catálogo; Vocabulário.

## O

**Óbito:** Morte de pessoa; Falecimento.

**Oxidação:** Ato ou efeito de oxidar; Reação que, envolvendo um elemento químico, ocasiona perda de elétrons e, conseqüentemente, aumento de sua carga.

## P

**Pandemia:** Enfermidade epidêmica amplamente disseminada.

**Parasita:** Organismo que vive de e em outro organismo vivo, dele obtendo alimento e não raro causando-lhe prejuízo.

**Patologia:** Especialidade médica que estuda as doenças e as alterações que estas provocam no organismo; Qualquer desvio anatômico e/ou fisiológico, em relação à normalidade, que constitua uma doença ou caracterize determinada doença.

**Patógeno:** Agente específico causador de doença.

**PCR:** Reação em Cadeia da Polimerase; Técnica para ampliação de uma região específica da molécula do DNA; Técnica biotecnológica para fins diagnósticos.

**Peróxido:** Qualquer composto químico óxido que contém mais oxigênio que o óxido normal.

**Prevenção:** Medida antecipada que visa prevenir um mal; Prevenção, cuidado.

**Pesticida:** Produto químico utilizado no combate às pragas e aos parasitas; Praguicida.

**Populismo:** Prática política em que se arroga a defesa dos interesses das classes de menor poder econômico a fim de conquistar a simpatia e a aprovação popular.

**Praguicida:** Produto químico utilizado no combate às pragas; Pesticida.

**Prevenção:** Ato ou efeito de prevenir(-se); Conjunto de medidas ou preparação antecipada de (algo) que visa prevenir (um mal); Prevenção, cautela.

**Profilaxia:** Parte das ciências médicas que se dedica à prevenção de doenças, caracterizada por desenvolver medidas preventivas para a proteção da saúde; Utilização de procedimentos ou recursos que buscam prevenir doenças.

**Prognóstico:** Perspectiva da evolução, assim como das prováveis conseqüências, de uma lesão ou doença.

**Propagação:** Ato ou efeito de espalhar(-se); Difusão, disseminação; Proliferação.

**Proteção:** Ato ou efeito de proteger; O que protege de um agente exterior; Defesa.

**Protocolo:** Normas rígidas de procedimentos que se deve respeitar; Formalidade.

**Província:** Região mais afastada do governo central e, portanto, menos sofisticada; Interior; Zona biogeográfica caracterizada por um percentual médio de flora ou fauna endêmica.

**Pseudociência:** Conjunto de teorias, métodos e afirmações com aparência científica, mas que partem de premissas falsas e/ou que não usam métodos rigorosos de pesquisa.

## Q

**Quarentena:** Isolamento por períodos de tempo variáveis, impostos a indivíduos ou cargas procedentes de países em que ocorrem epidemias de doenças contagiosas.

## R

**Rastreamento:** Ato ou efeito de rastrear; Conjunto de exames e testes que se faz em uma população aparentemente sadia para descobrir doenças latentes ou em estágio precoce.

**Reemergente:** Que surge novamente, que emerge outra ou mais de uma vez.

**Replicação viral:** Processo de multiplicação de um vírus em uma célula hospedeira.

**Reservatório:** Que ou o que abriga um ou mais organismos, parasitas patogênicos ou não, sem que lhe causem prejuízos e que podem servir de veículos transmissores à saúde humana.

**Resiliência:** Capacidade natural para se recuperar de uma situação adversa, problemática, ou de se adaptar às mudanças; Superação.

**Rinite:** Inflamação aguda ou crônica da mucosa que reveste as partes internas do nariz com origem infecciosa ou alérgica.

**Rinorreia:** Fluxo de mucosidades do nariz, sem inflamação; Corrimento nasal.

## S

**Salubre:** Que faz bem à saúde; Que contribui para a saúde; Sadio, saudável.

**Salubridade:** Qualidade, estado ou condição do que é salubre; Conjunto de requisitos adequados à saúde pública.

**Saneamento:** Série de medidas que tornam uma área sadia, limpa, habitável, oferecendo condições adequadas de vida para uma população ou para a agricultura.

**Saneante:** Aquilo que pode ser usado para sanear, tornar higiênico; Produto usado para higienizar, desinfetar e limpar um ambiente, livrando-o de sujeiras, microrganismos e doenças que podem ser causadas pela falta de higiene.

**Sanear:** Limpar; Sanar.

**Sanitizante:** Tipo particular de desinfetante que reduz o número de agentes patogênicos em níveis considerados seguros.

**SARS-CoV-2:** Novo tipo de vírus pertencente à família do Coronavírus (CoV) que causa uma síndrome respiratória aguda (SAR), grave e altamente contagiosa, chamada COVID-19.

**Saúde:** Estado de equilíbrio dinâmico entre o organismo e seu ambiente, o qual mantém as características estruturais e funcionais do organismo dentro dos limites normais para sua forma de vida e para sua fase do ciclo vital; Estado de boa disposição física e psíquica; Bem-estar.

**Sequenciamento:** Determinação da ordem de nucleotídeos (no DNA ou no RNA), ou de aminoácidos (em uma proteína).

**Sérico:** Relativo ao sangue; Nível sérico refere-se à quantidade de uma determinada substância no sangue.

**Serviços Ambientais:** Serviços ou processos benéficos gerados pela natureza, através dos ecossistemas, fornecendo ao ser humano itens indispensáveis à sua sobrevivência, estando associados à qualidade de vida e bem-estar da sociedade, com a finalidade de sustentar a vida no planeta Terra.

**Síndrome:** Conjunto de sinais e sintomas observáveis em vários processos patológicos diferentes e sem causa específica.

**Sindemia:** Neologismo que combina os termos sinergia e pandemia, correspondendo a uma situação em que duas ou mais doenças interagem de tal forma que causam danos maiores do que o simples somatório dessas duas doenças.

**Sintomático:** Relativo a ou que constitui sintoma; Que é efeito de alguma doença.

**Sociopolítico:** Relativo ao que é, ao mesmo tempo, social e político.

**Sistema complemento:** Sistema constituído por proteínas associadas a açúcares que atua no combate a uma infecção.

**Solubilidade:** Propriedade físico-química que uma substância possui de poder se dissolver em outra; Concentração do soluto presente em uma solução saturada.

**Soroinquérito:** Tipo de inquérito epidemiológico que estuda e mapeia a situação da COVID-19 apontando quantas pessoas já tiveram contato com o novo coronavírus e, assim, norteia as ações da Saúde no controle da pandemia; Também conhecido como inquérito sorológico.

**Spillover:** Termo em inglês que pode ser traduzido como “transbordamento”; Termo ecológico para indicar que um parasita conseguiu, via mutações, se adaptar e migrar de uma espécie de hospedeiro para outra.

**Spike:** Proteína presente no envelope membranoso do vírus SARS-CoV-2 que auxilia na invasão de células humanas.

**Subespécie:** Divisão de uma espécie; População de uma espécie em uma determinada área geográfica, que difere em maior ou menor grau de outras populações, representando uma subdivisão dessa espécie; Categoria taxonômica que designa essa população, geralmente identificada pelo acréscimo de um terceiro nome latino

(epíteto subespecífico) ao binômio da espécie. Ex.: *Cebus apella xanthosternos*, o macaco-prego-do-peito-amarelo.

**Subnotificação:** Ato ou efeito de subnotificar, de não notificar corretamente ou até de forma incompleta.

**Surto:** Aparecimento repentino, significativo e rápido de vários casos de uma doença em num local.

**Suscetibilidade:** Disposição especial para sentir influências ou contrair enfermidades; Sensibilidade.

**Sustentabilidade:** Capacidade de criar meios para suprir as necessidades básicas do presente sem que isso afete as gerações futuras e que, normalmente, se relaciona com ações econômicas, sociais, culturais e ambientais.

## T

**Taquicardia:** Aceleração da frequência cardíaca (batimentos) que, normalmente, se refere ao que está acima de 100 batimentos por minuto; Taquiarritmia.

**Teste de Anticorpos:** Tipo de teste que pode ter papel complementar aos testes de RT-PCR no diagnóstico da COVID-19.

**Teste qRT-PCR:** Tipo de teste laboratorial em tempo real para o diagnóstico de pacientes sintomáticos na fase aguda da COVID-19 (entre o 3º e 7º dia da doença, preferencialmente).

**Teste RT-PCR:** Tipo de teste laboratorial molecular que se baseia na detecção de sequências únicas de RNA viral, com confirmação por sequenciamento de ácidos nucleicos, sendo considerado padrão ouro para confirmação diagnóstica da COVID-19.

**Teste Sorológico:** Teste de detecção rápida de antígenos para a COVID-19; Considerado complemento dos testes de RT-PCR.

**Terraplanismo:** Teoria conspiratória e sem comprovação científica segundo a qual a Terra é plana.

**Toxicidade:** Característica ou qualidade ou caráter do que é tóxico; Toxidez.

**Toxoide:** Toxina atenuada com substâncias químicas, que perdeu sua propriedade tóxica, mas mantém a capacidade de estimular a produção de anticorpos específicos e proporciona a imunidade ativa.

**Transgênico:** Diz-se do organismo vivo que recebeu material genético modificado de modo artificial para ocasionar o aparecimento de novas características ou melhorias das que tal organismo já possuía.

**Transmissão:** Ato, processo ou efeito de transmitir(-se), propagar(-se), transportar(-se).

**Transmissibilidade:** Qualidade, condição ou propriedade do que é transmissível.

**Transmissível:** Que se consegue transmitir.

**Triagem:** Ato ou efeito de triar, separar, selecionar; Separação, seleção, escolha.

## U

**Universalizar:** Tornar(-se) universal; Generalizar(-se); Tornar comum a todas as pessoas; Estender, propagar. Universalização.

## V

**Vacinação:** Ato ou efeito de vacinar; Administração de uma vacina visando gerar uma imunidade ativa, específica, contra uma doença.

**Variante:** Que muda ou altera-se; Variável; Variedade; Que se desvia de um padrão; Com relação aos vírus, uma variante corresponde a um conjunto de mutações identificadas.

**Variabilidade genética:** Diversidade presente no material genético (genoma) de cada indivíduo ou espécie.

**Vegano:** Pessoa que não se alimenta nem utiliza produtos de origem animal.

**Vegetariano:** Pessoa que não se alimenta de produtos de origem animal.

**Vertigem:** Sensação de oscilação, de instabilidade corporal, caracterizada pela perda de equilíbrio; Sensação que dá a ideia de que o corpo está girando ao redor de si próprio ou em relação ao que o rodeia; Sensação de fraqueza ou perda momentânea das forças físicas; Ausência da razão; Tonteira, desmaio.

**Vetor:** Todo ser vivo capaz de transmitir de forma ativa (estando infectado) ou passiva um agente infeccioso (microrganismos).

**Vigilância:** Ato ou efeito de vigiar; Estado de quem permanece alerta, de quem age com precaução para não cometer risco, cuidado; Comportamento vigilante; Cuidado; Prudência; Precaução.

**Vírião:** Partícula virótica infecciosa, constituída de um ácido nucleico (DNA ou RNA) e de uma camada externa de proteínas (capsídeo); Partícula viral.

**Virologia:** Ramo da microbiologia que se dedica ao estudo dos vírus.

**Virologista:** Que ou quem é especialista em virologia.

**Virótico:** Relativo a ou próprio de virose; Que origina virose ou dela é oriundo.

**Virose:** Qualquer doença causada por vírus.

**Virucida:** Substância utilizada para eliminar vírus; Viricida.

**Vírus:** Grupo de agentes infecciosos diminutos, desprovidos de metabolismo independente, que se replicam somente no interior de células vivas hospedeiras e que é capaz de transmitir doenças.

**Virulência:** Capacidade de um vírus ou bactéria de se multiplicar dentro de um organismo, provocando doença.

**Volátil:** Que vaporiza à pressão e temperatura ambientes; Inconstante, mudável.

**Volatilização:** Processo químico que consiste na passagem rápida do estado líquido para o estado gasoso; Vaporização.

**Vulnerabilidade:** Qualidade ou estado do que é ou se encontra vulnerável.

**Vulnerável:** Sujeito atacado, derrotado; Frágil, prejudicado.

## W

## X

**Xenobiótico:** Substância estranha ao organismo ou ao sistema biológico, não produzida naturalmente, e que geralmente também não faz parte da sua dieta. Exs.: agentes poluentes ou medicamentos.

**Xenofóbico:** Que demonstra aversão e possui sentimento de repugnância ao que é estrangeiro ou vem do exterior; Pertencente ou relativo à xenofobia.

## Y

## Z

**Zoonose:** Doença que se manifesta em animais; Doença que pode ser transmitida aos seres humanos pelos animais (ex.: raiva) ou do homem ao animal; Doença zoonótica.

# LISTA DE SIGLAS

- AIDS** = Síndrome da Imunodeficiência Adquirida  
**ANVISA** = Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
**BNH** = Banco Nacional da Habitação  
**CDC** = Centro de Controle e Prevenção de Doenças  
**CESB** = Companhias Estaduais de Saneamento Básico  
**CF** = Constituição Federal do Brasil  
**CGAN** = Coordenação Geral de Alimentação e Nutrição  
**CIATox** = Centros de Informação e Assistência Toxicológica da Bahia  
**CIEVS** = Centros de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde  
**CNS** = Conselho Nacional de Saúde  
**CNUMA** = Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente  
**CNUMAD** = Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento  
**COVID-19** = Doença causada por Coronavírus identificada em 2019  
**CPI** = Comissão Parlamentar de Inquérito  
**DCNT** = Doenças Crônicas Não Transmissíveis  
**DETER/INPE** = Sistema de Detecção de Desmatamentos em Tempo Real do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPA)  
**DNA** = Ácido Desoxirribonucleico  
**DSEI** = Distritos Sanitários Especiais Indígenas  
**EaD** = Educação a Distância  
**EPI** = Equipamento de Proteção Individual  
**ERO** = Espécie Reativa de Oxigênio  
**ESPII** = Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional  
**ESPIN** = Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional  
**FAO** = Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura  
**FHSR** = Febre Hemorrágica com Síndrome Renal  
**FIOCRUZ** = Fundação do Instituto Oswaldo Cruz  
**FUNASA** = Fundação Nacional de Saúde  
**GAL** = Gerenciador de Ambiente Laboratorial  
**GAPB** = Guia Alimentar para a População Brasileira  
**HBV** = Vírus da Hepatite B  
**HPV** = Papilomavírus Humano  
**IBAMA** = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
**IBGE** = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**IEA** = Agência Internacional de Energia  
**IES** = Instituição de Ensino Superior  
**IgA** = Imunoglobulina A  
**IMAZON** = Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia  
**INPE** = Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**IPCC** = Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

**LACEN** = Laboratório Central

**LPS** = Lipopolissacarídeo

**MS** = Ministério da Saúde do Brasil

**NUPENS/USP** = Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo.

**OCDE** = Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico

**ODS** = Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

**OMS** = Organização Mundial da Saúde

**ONU** = Organização das Nações Unidas

**OPAS** = Organização Pan-Americana de Saúde

**PANC** = Plantas Alimentícias Não Convencionais

**PCR** = Reação em Cadeia da Polimerase; Proteína C Reativa

**PNI** = Programa Nacional de Imunizações

**PNVS** = Política Nacional de Vigilância em Saúde

**PLANASA** = Plano Nacional de Saneamento Básico

**Raios UVA** = Raios Ultravioleta do tipo A

**Raios UVB** = Raios Ultravioleta do tipo B

**Raios UVC** = Raios Ultravioleta do tipo C

**RDC** = Resolução da Diretoria Colegiada

**RNA** = Ácido Ribonucleico

**RSI** = Regulamento Sanitário Internacional

**RSU** = Resíduo Sólido Urbano

**RT-PCR** = Reação da Transcriptase Reversa seguida pela Reação em Cadeia da Polimerase

**SAN** = Segurança Alimentar e Nutricional

**SARS** = Síndrome Respiratória Aguda Grave

**SCPH** = Síndrome Cardiopulmonar Pelo Hantavírus

**SESP** = Serviço Especial de Saúde Pública

**SFS** = Sistema Alimentar Sustentável

**SIM** = Sistema de Informação da Mortalidade

**SIVEP** = Sistema de Informação da Vigilância Epidemiológica da Gripe

**SNIS** = Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

**SRAG** = Síndrome Respiratória Aguda Grave

**SUS** = Sistema Único de Saúde

**TIC** = Tecnologia da Informação e Comunicação

**VSR** = Vírus Sincicial Respiratório

**WCED** = Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

## Curso Novo Coronavírus: O Que a Ciência Pode Te Ensinar Sobre Ele

### Primeira edição

#### *Palestras*

- A desinformação científica e o impacto na sociedade durante a pandemia
- A importância do conhecimento ecológico na prevenção às pandemias
- Na pandemia, conte com a Biotecnologia!
- Vírus, imunização e o perigo do movimento antivacina
- Química contra o Coronavírus: entendendo como os agentes químicos funcionam
- Educação em tempos de pandemia: como ensinar e aprender brincando

#### *Mesas-redondas*

- Doenças infecciosas emergentes: explicando a COVID-19
- Novo Coronavírus: aspectos microbiológicos e sanitários
- Mente sã, corpo são: efeitos da pandemia na saúde física e mental
- Alimentação na pandemia: nutrição e etnoconhecimento
- Expansão da COVID-19: o Território do Sisal como estudo de caso

#### *Lives (Instagram)*

- O papel da Biotecnologia na produção de vacinas
- SARS-CoV-2: Fatos e fakes

### Segunda edição

#### *Palestras*

- Meio Ambiente e Sustentabilidade em tempos de pandemia
- O papel da Biotecnologia na produção de vacinas
- Abordagens imunológicas da COVID-19
- A importância da variabilidade genética no quadro clínico da COVID-19
- Transmissão da COVID-19 por aerossóis: qual o risco?
- O olhar do benefício além do risco: uma proposta para regular o retorno às atividades na pandemia
- Mundividências pós-COVID: usar máscaras para desvendar
- Influências da COVID-19 e suas perspectivas futuras na carreira de um professor

#### *Mesa-redonda*

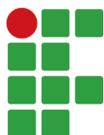
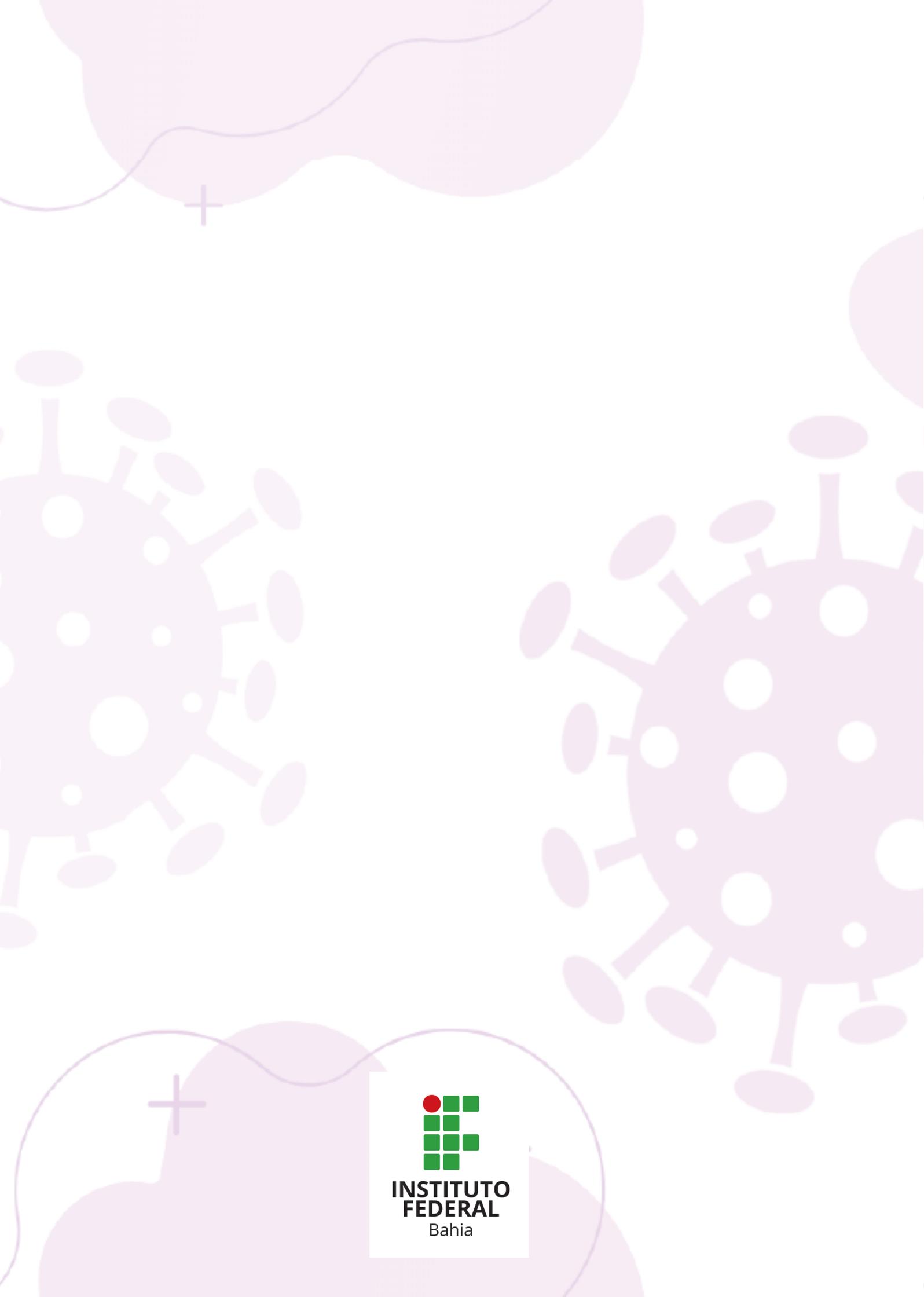
- Grandes pandemias da História... o que ainda temos a aprender com a COVID-19?

### ONDE ENCONTRAR A PROGRAMAÇÃO:

 Curso COVID-19 IFBA Salvador - <https://www.youtube.com/channel/UC4nOH9T4GFqrfLB45WI2bKQ/featured>

 @cursocovidifba - <https://www.instagram.com/cursocovidifba/>

 cursocovidifba - <https://www.facebook.com/cursocovidifba>



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Bahia