



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
CAMPUS IRE CÊ**

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

SUELEM SOARES DOS SANTOS

**ISOLANTE TÉRMICO PRODUZIDO A PARTIR DA CANA-DE-
AÇÚCAR: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Câmpus Irecê, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Manutenção Industrial.

Orientadora: Prof.(a) Silvia Alves Garcez.

IRECÊ-BA

06/2021

Rodovia BA 148, KM 04, nº 1800, Vila Esperança - Irecê-BA - CEP 44.900-000

Tel. (74) 3688-6701

Site: <http://portal.ifba.edu.br/irece>



SUELEM SOARES DOS SANTOS

**ISOLANTE TÉRMICO PRODUZIDO A PARTIR DA CANA-DE- AÇÚCAR: UM
ESTUDO BIBLIOMÉTRICO**

Trabalho apresentado ao curso de Tecnologia em Manutenção Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia- Campus Irecê, como instrumento avaliativo do Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientadora: Prof.(a) Silvia Alves Garcez.

Irecê-BA

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por dar-me forças para chegar até aqui me proporcionado aprendizados durante todo o percurso e dando a oportunidade de ter o contato com pessoas incríveis.

Aos meus pais, Terezinha e Nelson, por sempre estarem comigo apoiando e me ajudando no que fosse necessária ao longo da vida.

Ao meu namorado, Edinaldo, que me incentivou a entrar no curso e vem me apoiando em todos os momentos desde então.

Aos meus colegas de curso, em especial, Adriano Nazareno, que contribuiu significativamente em muito do que aprendi.

Aos professores, especialmente, Silvia Garcez, que colaborou tanto como professora como quando orientadora para que chegasse até esta fase. Sempre com muita calma e buscando ajudar de todas as formas que lhes fossem possíveis.

RESUMO

A grande produção mundial de cana-de-açúcar gera uma vasta quantidade de bagaço sólido descartado em indústrias sucroalcooleiras a partir dos processos produtivos. Embora grande parte do subproduto gerado nas indústrias seja transformada em energia, cerca de 30% é inutilizada devido à umidade, podendo este ser descartado de maneira incorreta no meio ambiente. A reutilização do bagaço da cana-de-açúcar para a produção de um isolante térmico é considerado um aproveitamento sustentável para este coproduto e a produção de um material ecologicamente benéfico. Esta pesquisa caracteriza-se como exploratório-descritiva de natureza quali-quantitativa, cuja metodologia adotada foi a pesquisa bibliométrica relacionando quantitativamente documentos referentes à produção de isolante térmico a partir do bagaço de cana-de-açúcar, destacando as contribuições científicas mais relevantes, as redes de cooperação entre autores, instituições e países relacionando os resultados de maneira qualitativa. Um total de 18 documentos foi obtido da coleção principal da Web of Science no período de 2010-2021. O software VOSviewer foi utilizado para representação em mapas das informações obtidas. Apesar de o Brasil ser o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo (33% do cultivo mundial), a Malásia foi o país com maior produção científica referente ao tema, e considerando o fator de impacto dos periódicos, Singapura obteve resultados mais promissores, foram destacados os autores e que tiveram maior contribuição na área e os que possuíam maior h-index. Os dados obtidos são um esboço de trabalhos já publicados e mostram uma crescente produção anual sobre a temática.

Palavras-chave: Bagaço. Cana-de-açúcar. Isolante térmico.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	Objetivo geral	8
1.2	Objetivos específicos	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1.	Tipos de Isolantes Térmicos	8
2.2	Produção de Cana-de-açúcar no Brasil.....	12
2.3	Propriedades Térmicas e Termodinâmicas	13
2.3.1	Densidade (ρ).....	14
2.3.2	Condutividade Térmica(k).....	14
2.3.3	Calor específico(c).....	15
2.3.4	Difusividade térmica (α)	15
2.3.5	Resistividade Térmica(R).....	16
2.3.6	Lei de Resfriamento de Newton.....	16
3	MÉTODO BIBLIOMÉTRICO	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÕES	30

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Lã de vidro	10
Figura 2 - Lã de rocha.....	11
Figura 3 - Poliestireno expandido.....	12
Figura 4- Matriz Energética Brasileira 2019	13
Figura 5-Processo de estudo bibliométrico	18
Figura 6- Publicações anuais	20
Figura 7 – Número de publicações por país.....	21
Figura 8 - Rede de colaboração de países.....	23
Figura 9 – Rede cooperação de autores	24
Figura 10– Rede de colaboração de instituições.....	26
Figura 11 – Conexão das publicações por co-citação	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de Isolantes térmicos.....	9
Tabela 2 - Características técnicas da lã de vidro.	10
Tabela 3 - Características técnicas da lã de rocha.	11
Tabela 4- Características técnicas poliestireno expandido.	12
Tabela 5- Clusters formados pela rede de cooperação.	25
Tabela 6 - Instituições colaboradoras.....	27
Tabela 7- Desempenho dos autores mais produtivos.....	28

1 INTRODUÇÃO

Diante do progresso científico e tecnológico cada vez mais intenso, surge a necessidade de obter materiais cada vez mais eficientes e ecologicamente amigáveis. Neste contexto, o uso de resíduos agroindustriais apresenta-se como importante recurso. A reutilização destes resíduos minimizariam os problemas ambientais gerados com a procura de materiais na natureza usados para o mesmo fim.

A cana-de-açúcar, maior *commodity* agrícola em relação à produção mundial, é cultivada em cerca de 100 países em todo o mundo para atender às necessidades de açúcar. A área cultivada é de 26,9 milhões de hectares, com rendimento médio de 70,9 toneladas / hectare (t / ha). A produção mundial da safra é de aproximadamente 1,9 bilhão de toneladas, produzindo 68 milhões de toneladas de açúcar a cada ano (KHAN et al., 2006).

“O maior produtor mundial de cana é o Brasil, que responde por 33% da produção mundial total, seguido pela Índia e depois pela China”. (FAOSTAT, 2015, apud, KHAN et al., 2006)

O Brasil domina diversas tecnologias referentes à produção de etanol e açúcar e agrega cerca de 1 milhão de empregos diretos em todo o país. Apesar do grande potencial de cogeração de energia por parte das indústrias, cerca de 30% do bagaço gerado por elas não são aproveitados (SILVA, GARCIA E SILVA, 2010), tendo como principal destino de seus rejeitos como o bagaço da cana-de-açúcar, a queima para geração de eletricidade nas indústrias sucroalcooleiras. Ampliar o aproveitamento desses resíduos reduzirá o impacto ambiental e pode gerar uma melhor relação de balanço energético para indústria sucroalcooleira. Lima (2018):

Na maioria das vezes os resíduos vegetais são descartados de forma inadequada ou queimados descontroladamente buscando sua eliminação. Medidas essas que causam impactos ambientais devido ao aumento considerável da poluição como um todo, além de representar perdas de matéria-prima e energia.

Além do mais, este é considerado um dos mais importantes elementos agrícolas que produz biomassa (matéria orgânica, que pode ser utilizada na produção de energia), o bagaço da cana-de-açúcar, pode ser usado na produção de energia em forma de calor, além da alimentação animal, construção civil dentre outras.

As indústrias utilizam tubulações térmicas em diversos métodos de transformação dentro dos processos produtivos, para isso faz uso de isolantes térmicos. O isolamento térmico surgiu para suprir diferentes necessidades, especialmente na construção civil, onde é aplicado em muitos tipos de ambientes e possui objetivos que o destacam nesse mercado, como: economia de energia; estabilidade operacional; conforto térmico; proteção do pessoal e de estrutura.

Segundo Incropera (2008), “isolantes térmicos são formados por materiais de baixa condutividade térmica combinados para que se tenha a condutividade do sistema ainda menor”. Isto é, isolantes térmicos nada mais são do que materiais que possuem baixa condutividade térmica e que são aplicáveis quando a temperatura que se quer obter é diferente da temperatura ambiente.

Sabe-se que as fibras de cana-de-açúcar têm um bom desempenho quando se trata de armazenamento térmico, possibilita uma boa conservação de entrada e saída de calor, além de colaborar para redução dos impactos ambientais oriundos do descarte incorreto, possibilita o aproveitamento de um co-produto.

Compósitos reforçados com fibra natural são leves e possuem boas propriedades de isolamento térmico e acústico, propriedades específicas mais altas e maior resistência à fratura (Ahmed e Vijayarangan, ; Munikenche Gowda et al.; *apud* Hossain et .al, 2014).

Uma pesquisa bibliométrica quali-quantitativa é um método que permite revisões sistemáticas da literatura estruturando-a de maneira a selecionar os trabalhos mais antigos e recentes mostrando o quanto está sendo tratado cientificamente o tema abordado e destacando os motivos dos resultados obtidos.

“As revisões sistemáticas diferem das revisões narrativas tradicionais porque empregam um processo replicável, científico e transparente que minimiza o viés de

seleção por meio da exaustiva pesquisa bibliográfica” (Petticrew & Roberts, 2006; Tranfield et. al, 2003 *apud* FAHIMNIA, 2015).

Vale ressaltar que, dentro das buscas referentes ao tema não foi encontrado nenhum trabalho com elaboração a partir de análise bibliométrica. Isso faz com que esta pesquisa seja uma iniciativa para mais trabalhos experimentais em meio à escassez de exploração do tema com tal método.

1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como finalidade apresentar um mapeamento quantitativo das contribuições científicas sobre isolante térmico produzido a partir de derivado da cana-de-açúcar e evidenciar as principais redes de colaboração no assunto entre autores, instituições e países.

1.2 Objetivos específicos

- Desenvolver mapas no software vosviewer;
- Evidenciar as principais redes internacionais de colaboração no assunto entre autores, instituições e países;
- Verificar a notoriedade do tema no mundo e as probabilidades de evolução científica dentro desta linha de pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Tipos de Isolantes Térmicos

Os isolantes térmicos são projetados para reduzir o fluxo de calor, limitando a condução de calor, convecção e radiação ou todos os três ao realizar uma ou mais das seguintes funções: (a) conservar energia reduzindo a perda ou ganho de calor, (b) controlar a temperatura para proteção e conforto do pessoal, (c) facilitando o fluxo de vapor e condensação de água de um processo, (d) aumentando a eficiência operacional dos sistemas de aquecimento / ventilação / resfriamento e encanamento, (e) preservando as características térmicas no tempo se estiverem sujeitos ao

envelhecimento, ataques biológicos, eventos de carregamento de impacto, etc. (CHULKOV, et al., 2019).

Os materiais de isolamento térmico podem ser classificados segundo diferentes tipos de critérios, assim, de acordo com a sua natureza, os isolantes térmicos podem ser classificados como materiais de natureza mineral, sintética, vegetal e animal. (SILVA, 1996).

Tabela 1 - Tipos de Isolantes térmicos

NATUREZA	TIPOS DE ISOLANTES TÉRMICOS
MINERAL	Lã de rocha Lã vidro Vermiculite Perlite Argila expandida
SINTÉTICA	Poliestireno expandido Poliestireno extrudido Poliuretano
VEGETAL	Lã de cânhamo Lã de madeira Lã de coco Lã de linho Fibra de madeira Fibra de algodão Cortiça Ouate de celulose Palha
ANIMAL	Lã de ovelha Penas de pato

Fonte: SILVA, 1996, Adaptado.

De acordo com o *Le guide des matériaux pour l'isolation thermique* (o guia de materiais para isolamento térmico), os isolantes térmicos mais utilizados são:

- Lã de vidro que é muito utilizada em construções civis para isolamento térmico e acústico em ambientes e em tubulações de vapor.

Tabela 2 - Características técnicas da lã de vidro.

Densidade:	13 a 100 kg / m ³
Condutividade térmica:	0,039 W / m. ° C
Capacidade térmica (S):	14 a 104 kJ / m ³ . ° C

Fonte: SILVA, 1996, Adaptado.

Figura 1 - Lã de vidro

Fonte: Repositório Digital da Acusterm ¹

A durabilidade da lã fibra de vidro (Figura 1) para um desempenho térmico ótimo é de dez anos, para além desse tempo ela comprime-se e o seu desempenho diminui;

- Lã de rocha (Figura 2) é criada a partir de rochas basálticas especiais e outros materiais esta é comumente usada em construção civil, tubulações, partes internas de embarcações, pois suas propriedades

¹ Disponível em: <https://www.acusterm.com.br/produto/la-de-vidro>, acesso em Jul. 2021.

permitem uma boa proteção contra frio e calor excessivos além de uma baixa densidade;

Tabela 3 - Características técnicas da lã de rocha.

Densidade:	20 a 150 kg / m ³
Condutividade térmica:	0,037 W / m. ° C
Capacidade térmica (S):	21 a 157 kJ / m ³ . ° C

Fonte: SILVA, 1996, Adaptado.

Figura 2 - Lã de rocha



Fonte: Repositório Digital da Conforto Acústico²

- Poliestireno expandido, visto na figura 3, é produzido a partir de petróleo em estado bruto é usado na construção civil, embalagens, proteção para equipamentos e produtos para papelaria.

² Disponível em: <https://www.confortoacustico.com.br/produtos/la-de-rocha-isolamento-acustico/la-de-rocha-isolamento>, acesso em Jul. 2021.

Tabela 4- Características técnicas poliestireno expandido.

Densidade:	de 10 a 40 kg / m ³
Condutividade térmica média:	0,040 W / m.K
Capacidade de térmica:	1,1 kJ / kg.K

Fonte: SILVA, 1996, Adaptado.

Figura 3 - Poliestireno expandido

Fonte: Repositório Digital da Soluções Industriais³

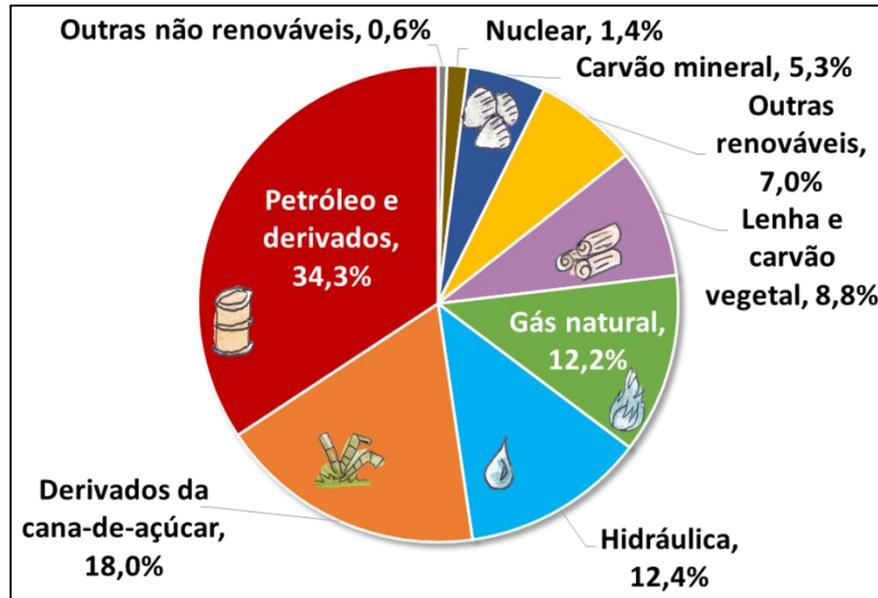
2.2 Produção de Cana-de-açúcar no Brasil

Com a produção de cana-de-açúcar em larga escala, no Brasil, e sabendo-se da grande quantidade de bagaço produzido após o processamento da mesma, parte é destinado a produção de energia na forma de biomassa e parte acaba sendo descartada de maneira irregular. O bagaço de cana-de-açúcar é usado para cogeração de energia em substituição ao óleo combustível e outros energéticos (De

³ Disponível em: <https://www.solucoesindustriais.com.br/>, acesso em Jul. 2021.

Faria et.al, 2012). Na figura 1 está descrita em percentual da participação energética dos derivados da cana-de-açúcar e outras formas de produção de energia no Brasil.

Figura 4- Matriz Energética Brasileira 2019



Fonte: Repositório Digital da Empresa de Pesquisa Energética ⁴

Por outro lado, a parte do bagaço de cana que não é transformada em energia é muitas vezes descartada de maneira incorreta em leito de rios causando um impacto ambiental. Segundo o CONAMA N.001, de 23 de janeiro de 1986:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e Biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

2.3 Propriedades Térmicas e Termodinâmicas

A temperatura é, fundamentalmente, uma medida da tendência que certo corpo tem de ceder energia. (SAVI, 2010).

⁴ Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt>, acesso em Jul. 2021.

As propriedades térmicas podem ser divididas em duas categorias de transporte de energia, como, coeficientes e taxas de difusão, como k , a condutividade térmica e ν , a viscosidade cinemática e as propriedades termodinâmicas, que por outro lado, dizem respeito ao estado de equilíbrio de um sistema, como exemplo tem a densidade.

A seguir serão expostas propriedades consideradas importantes em materiais ditos isolantes térmicos como: densidade, condutividade, calor específico. E algumas outras propriedades que estão relacionadas à transferência de calor como: difusividade térmica, resistividade térmica e a lei de resfriamento de Newton.

2.3.1 Densidade (ρ)

A densidade é definida como massa por unidade de volume. Sendo assim sua unidade no S.I é kg/m^3 . (ÇENGEL et al, 2006).

A densidade pode ser representada pela equação (1.0):

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1.0)$$

ρ = densidade (kg/m^3)

m = massa (kg)

v = volume (m^3)

A densidade é dependente das massas dos átomos, ou moléculas individuais e do volume que ocupam os diferentes estados de agregação. Quando uma de matéria se expande, é verificável uma diminuição na sua massa volumétrica. Essa contração leva ao aumento da sua densidade (INSTITUTO DE QUÍMICA – UFG).

2.3.2 Condutividade Térmica(k)

De acordo com Incropera (2008), a condutividade térmica é uma propriedade classificada como *propriedade de transporte* que fornece uma indicação da taxa na qual a energia é transferida pelo processo de difusão. E ela depende da estrutura física da matéria, atômica e molecular que está relacionado ao estado da matéria.

A condutividade térmica é uma das principais variáveis envolvidas no projeto e otimização de revestimentos refratários, sendo necessária na determinação das taxas de aquecimento e resfriamento admissíveis e do perfil de temperaturas resultante durante operação (KIYOSHI et.al 2001).

Condutividade térmica pode ser calculada pela equação (1.1):

$$\frac{Q}{\Delta t} = KA \frac{\Delta \theta}{L} \quad (1.1)$$

Onde:

Q- Energia transferida como calor- **J**

Δt- intervalo de tempo- **s**

K- condutividade térmica- **W/(m. K)**

A- área- **m²**

L- espessura- **m**

ΔΘ- variação de temperatura- **K**

2.3.3 Calor específico(c)

Segundo Silva e colaboradores (2003), “calor específico é a quantidade de calor que deve ser transferida a 1g de uma substancia para que a sua temperatura seja elevada em 10°C”.

De acordo com Lima (2018):

A termodinâmica aborda dois tipos de calor específico, o que é obtido a pressão constante (Cp), e o que é obtido a volume constante (Cv). Quando se trata de propriedades de materiais incompressíveis como sólidos e líquidos os valores de Cp e Cv são iguais.

2.3.4 Difusividade térmica (α)

A difusividade térmica é obtida através da razão da condutividade térmica pela capacidade térmica volumétrica, sua unidade de medida é m²/s. Sendo expressa pela equação (1.2).

$$\alpha = \frac{k}{\rho c_p} \quad (1.2)$$

k = condutividade térmica (W/(m·K))

ρ = densidade (kg/m³)

C_p = calor específico

Segundo Incropera et al., 2008:

A difusão térmica mede a capacidade do material de conduzir energia térmica em relação à capacidade de armazená-la. Materiais com elevados α responderão rapidamente a mudanças nas condições térmicas a eles impostas, enquanto materiais com reduzidos α responderão mais lentamente, levando mais tempo para atingir uma nova condição de equilíbrio. equilíbrio.

2.3.5 Resistividade Térmica(R)

A resistência térmica pode ser determinada de acordo com a equação(1.3):

$$R = \frac{L}{k} \quad (1.3)$$

Onde:

R = resistência térmica do material (m² .°C/W)

L = espessura do material (m)

k = condutividade térmica (W / m.°C)

2.3.6 Lei de Resfriamento de Newton

Considerando a equação que descreve a transferência de calor. Este método afirma que a taxa de diminuição da temperatura de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente. Sendo descrita pela seguinte equação (1.4):

$$\frac{dT}{dt} = -K(T - T_a) \quad (1.4)$$

Onde:

- dT/dt é a variação da temperatura em relação ao tempo
- K é um coeficiente de proporcionalidade, que depende da superfície exposta, do calor específico do corpo e também das características ambientais e climáticas
- T é a temperatura inicial do corpo
- T_a é a temperatura ambiente

Segundo Santos e colaboradores (2017), se $T < T_a$ este corpo se aquecerá, mas no caso contrário onde $T > T_a$ o corpo resfriará. Como a temperatura do corpo é considerada uniforme ela será uma função do tempo, ou seja, $T = T(t)$, quanto maior for $[T - T_a]$, Mais rápida será variação $T(t)$.

3 MÉTODO BIBLIOMÉTRICO

Esta pesquisa se caracteriza como exploratório-descritiva quali- quantitativa, cujo procedimento técnico adotado foi a pesquisa bibliométrica. Segundo Pritchard (1969), bibliometria significa “todos os estudos que tentam quantificar os processos de comunicação escrita”.

A bibliometria pode ser definida como um conjunto de leis e princípios aplicados a métodos estatísticos e matemáticos que visam o mapeamento da produtividade científica de periódicos, autores e representação da informação (CAFÉ, BRÄSCHER 2008).

Os estudos bibliométricos podem colaborar na tarefa de sistematizar as pesquisas realizadas num determinado campo de saber e endereçar problemas a serem investigados em pesquisa futuras (CHUEKE, AMATUCCI, 2015).

Sendo assim, de acordo com PRICE, 1976, Apud Araújo 2006:

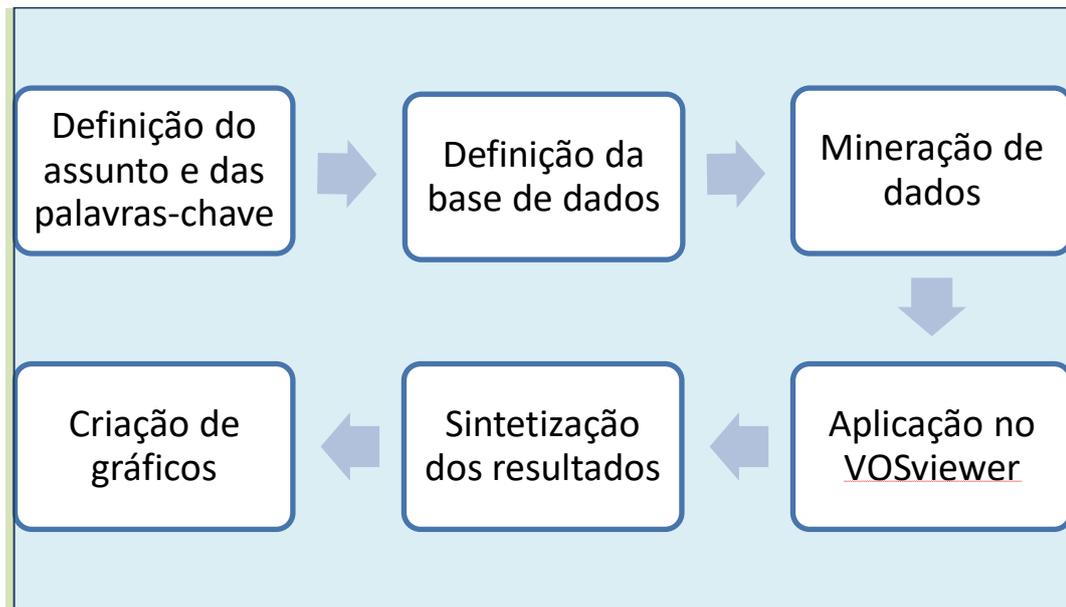
A utilização de métodos quantitativos na busca por uma avaliação objetiva da produção científica é o ponto central da bibliometria: Deixando de lado os julgamentos de valor, parece clara a importância de se dispor de uma distribuição que nos informe sobre o número de autores, trabalhos, países ou

revistas que existem em cada categoria de produtividade, utilidade ou o que mais desejarmos saber.

Desta forma, há uma valoração dos estudos quantitativos no que tange a sistematização de teorias, os quais contribuem para uma sintetização de informações remotas e recentes e posiciona uma pesquisa em relação ao debate acadêmico existente e apontando a real contribuição de pesquisadores a cerca de determinado estudo.

A figura 5 exhibe a metodologia pela qual foi desenvolvido o presente estudo evidenciando cada etapa do mesmo.

Figura 5-Processo de estudo bibliométrico



Fonte: Elaborado pela autora

Etapas para coleta de dados

À princípio foi determinado o assunto para realização do estudo, em seguida foram determinadas as palavras-chaves para então fazer pesquisas relacionadas ao tema.

Os termos utilizados para pesquisa foram, “*termal insulation*”, “*bagasse*” e “*sugarcane*”, em inglês devido a maior quantidade de trabalhos publicados serem neste idioma, abrindo uma margem maior de resultados.

Nesse caso, considerando os operadores booleanos e todos os trabalhos relacionados ao assunto especificado com as palavras no título, resumo e palavras-chave. Foi construída a seguinte expressão para o campo:

“*Termal insulation*” and “*bagasse*” and “*sugarcane*”

A plataforma de pesquisa selecionada foi a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A base de pesquisa utilizada foi a *Web of Science Core Collection* (WoS) da *Clarivate Analytics* para este estudo quantitativo a partir das palavras-chave pré-definidas.

A *Web of Science Core Collection* contém diversos tipos de índices importantes, incluindo *Science Citation Index Expanded* (SCIE), *Social Science Citation Index* (SSCI) e *Emerging Sources Citation Index* (ESCI).

Seguindo para a terceira etapa, foram selecionados todos os documentos que seguiam o mesmo viés de produção de um isolante térmico a partir de biomassa, dentro do período de 2010-2021 e para os dados quantitativos procurou-se evidenciar as seguintes descrições:

- 1- A publicação investigou ou abordou o desenvolvimento da tecnologia de isolamento térmico com subproduto da cana-de-açúcar?
- 2- A publicação relatou métodos de pesquisa e forneceu evidências científicas sobre isolamento térmico com biomassa?

O Excel (Microsoft Office) foi escolhido para fazer o processamento de planilhas com informações selecionadas na plataforma de pesquisa, bem como o software (VOSViewer) devido à sua capacidade de trabalhar de forma eficiente com grandes conjuntos de dados e à sua facilidade e para desenvolver uma ampla gama de opções inovadoras de análise e investigação. (Fahimnia et al., 2015).

“*VosViewer* foi desenvolvido para construir e visualizar mapas bibliométricos, dando especial atenção à sua representação gráfica. O programa é especialmente útil

para exibir grandes mapas bibliométricos de uma maneira fácil de interpretar” (VAN ECK, WALTMAN, 2010, apud Silva 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidas 18 publicações dentro desta pesquisa que atenderam aos requisitos para quantificação de dados da coleção principal da WoS, dentro do período de 2010-2021, onde 14 são artigos, 2 proceedings paper e 2 revisões e todos possuíam o idioma em inglês.

Na Figura 6, obtida através de dados da WoS, mostra que nos primeiros anos 2016-2017 o número de trabalhos relacionados ao tema não sofreu alterações. Entre 2018-2019 houve um crescimento, pequeno, mas já destacando graficamente.

Figura 6- Publicações anuais



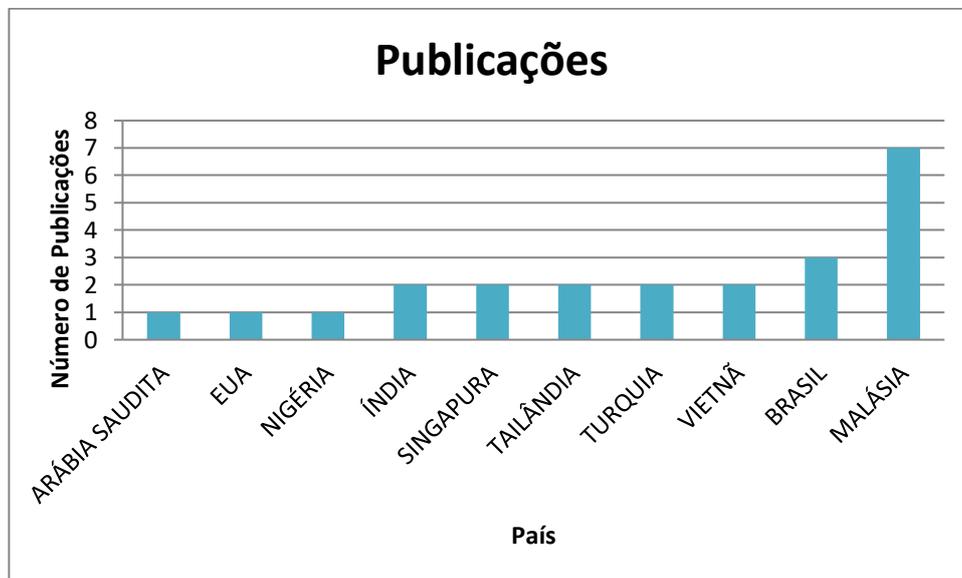
Fonte: Elaborado pela autora

Não foram identificados documentos na base de dados WoS no período anterior ao ano de 2016 referentes ao campo de busca das palavras-chaves utilizadas para isolante térmico produzido a partir de bagaço de cana-de-açúcar.

O número de publicações aumentou significativamente, passando de 1 publicação no ano de 2016 para 6 publicações no ano de 2020 atingindo um percentual de 27% a mais na quantidade de trabalhos desde o ano de 2016. Assim, a investigação nessa área de estudo tem estado numa situação gradual de desenvolvimento nos últimos 6 anos.

Na Figura 7 é possível verificar a quantidade de registros de acordo com o País/Região. Arábia Saudita, Estados Unidos e Nigéria possuem a mesma quantidade de registros constando apenas 1 para cada país, enquanto Índia, Singapura, Tailândia, Turquia e Vietnã possuem 2 registros cada; Brasil possui 3 registros a cerca do assunto, à medida que a Malásia possui 7 trabalhos relacionados com o tema da pesquisa.

Figura 7 – Número de publicações por país



Fonte: Elaborado pela autora

O maior número de publicações sobre pesquisas relacionadas ao tema deste trabalho foi na Malásia, liderando o ranking com 7 estudos. O país já possui diversos estudos relacionados ao bagaço da cana-de-açúcar com aplicações em muitas áreas distintas. Dentre a agricultura da Malásia, a cana-de-açúcar é uma das plantas de maior demanda econômica e produtiva, que mais de 700.000 toneladas de cana são produzidas por ano (NORSURAYA, FAZLENA, NORHASYIMI, 2016).

O Brasil, que possui uma vasta área de produção de cana-de-açúcar, com cultivo anual de aproximadamente 620 milhões de toneladas (CONAB 2019), produzindo um volume de, aproximadamente, 190 milhões de toneladas de bagaço, que é amplamente utilizado para produção de energia por meio da queima (HOFSETZ e SILVA 2012 *apud* SILVA et al., 2021). O Brasil também é um grande produtor de papel e celulose, com produção anual de 10 e 18 milhões de toneladas anuais, respectivamente (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017).

O Vietnã apresenta estudo relacionado ao uso de bagaço de cana-de-açúcar no desenvolvimento de isolantes térmicos um deles transformando os resíduos do bagaço da cana-de-açúcar em aerogéis úteis. Os aerogéis são uma excelente classe de materiais porosos, com uma densidade aparente extremamente baixa, uma porosidade muito alta e uma baixa condutividade térmica (BAETENS et al., 2011, *apud*, THAI et al., 2019). Os resíduos de celulose, incluindo o bagaço da cana-de-açúcar, são fontes ideais para diversas bioaplicações devido às suas propriedades renováveis e biodegradáveis (CHEN, Wenshuai et al., 2011, *apud*, THAI et al., 2019).

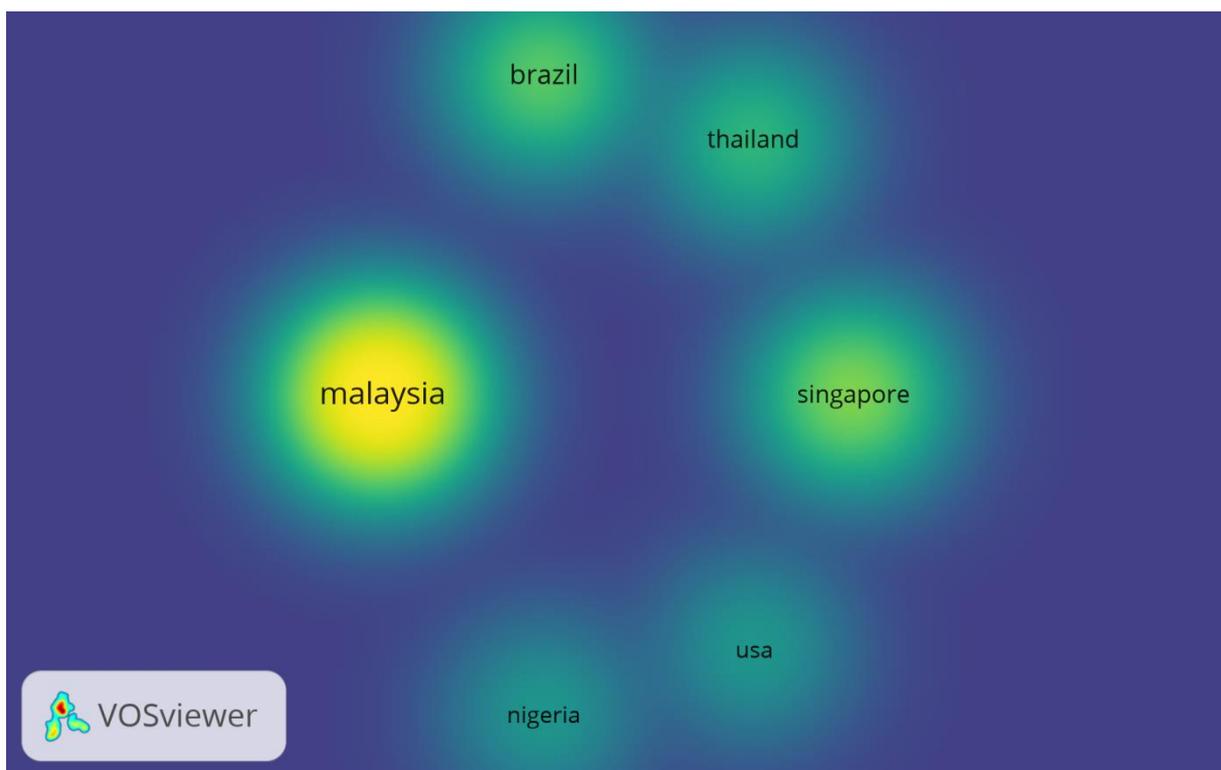
Os outros países, Índia, Singapura, Tailândia, Turquia, Vietnã, Arábia Saudita, Estados Unidos e Nigéria também tiveram estudos significativos relacionados ao tema da pesquisa. Porém em quantidade menor de contribuição anual desde o ano de 2016.

Embora os países que mais se destacaram com a quantidade de documentos tenham sido Malásia, em primeira posição, e Brasil, em segunda posição, a partir do uso do Journal Impact Factor Calculation (Cálculo do fator de impacto da revista) utilizado como forma de mensurar o impacto científico de determinado veículo informativo para qual o trabalho tenha sido submetido, fora possível verificar que embora Singapura tivesse uma quantidade menor de contribuição obteve a contribuição mais valorada, segundo o impacto do periódico, chegando a um total de 7.182 como valor de impacto no trabalho “Cellulose-based aerogels from sugarcane bagasse for oil spill-cleaning and heat insulation applications”, publicado em Janeiro de 2020 e em segundo lugar a Malásia, com uma contribuição que chegou a 5.289 de impacto no periódico com o estudo “Effect of surface treatment on mechanical, physical and morphological properties of oil palm/bagasse fiber

reinforced phenolic hybrid composites for wall thermal insulation application”, publicado em Março de 2021.

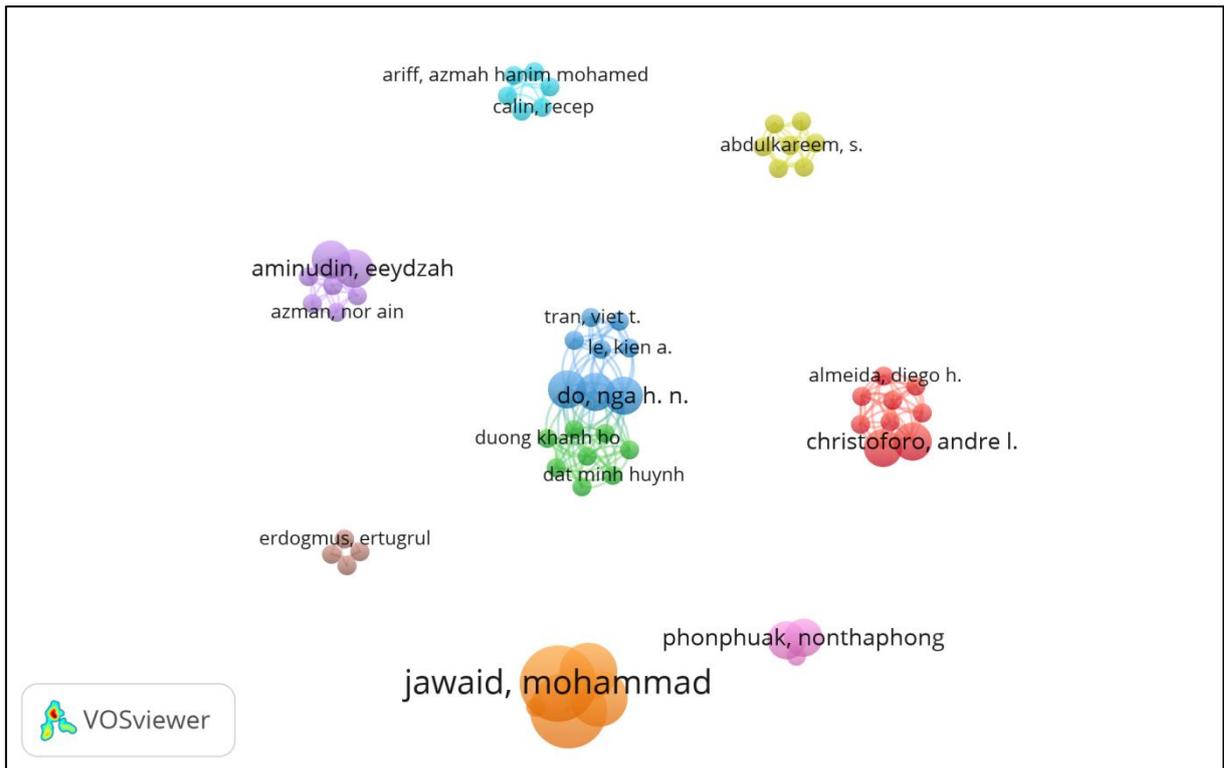
Conforme figura 8, é possível verificar uma maior intensidade de cor na região do correspondente à Malásia devido ao maior número de contribuições com estudos sobre isolante térmico produzido a partir da cana tendo este 3 links de conexão entre países, em seguida Singapura com um link, Brasil, Tailândia, Estados Unidos e Nigéria sem links.

Figura 8 - Rede de colaboração de países



Fonte: Elaborado pela autora

A Figura 9 expõe os autores que fizeram publicações na área de pesquisa, quanto maior o diâmetro do marcador da maior é a importância dos autores desta rede, e, quanto mais espessa e intensa a linha de ligação entre os autores, mais intensa é a relação de cooperação.

Figura 9 – Rede cooperação de autores

Fonte: Elaborado pela autora

Foram filtrados os autores e coautores com no mínimo um documento e uma citação de um autor totalizando uma quantia de 57 nesta categoria. Foram formados 9 (clusters) grupos de pesquisa científica e estes foram enumerados a partir do grupo de número 1 até 9, há conexões entre os mesmos na quantidade de 190 links e possuem uma força total do link de 209.

O cluster laranja tem grande centralidade e força nas publicações na área do desenvolvimento de isolamento térmico com subproduto da cana-de-açúcar e devido ao alto desempenho individual de seus principais autores, formando sua equipe e rede de colaboração. Esses pesquisadores têm fortes conexões de pesquisa entre eles, o que pode ser causado devido à posição geográfica e proximidade de seus institutos de pesquisa.

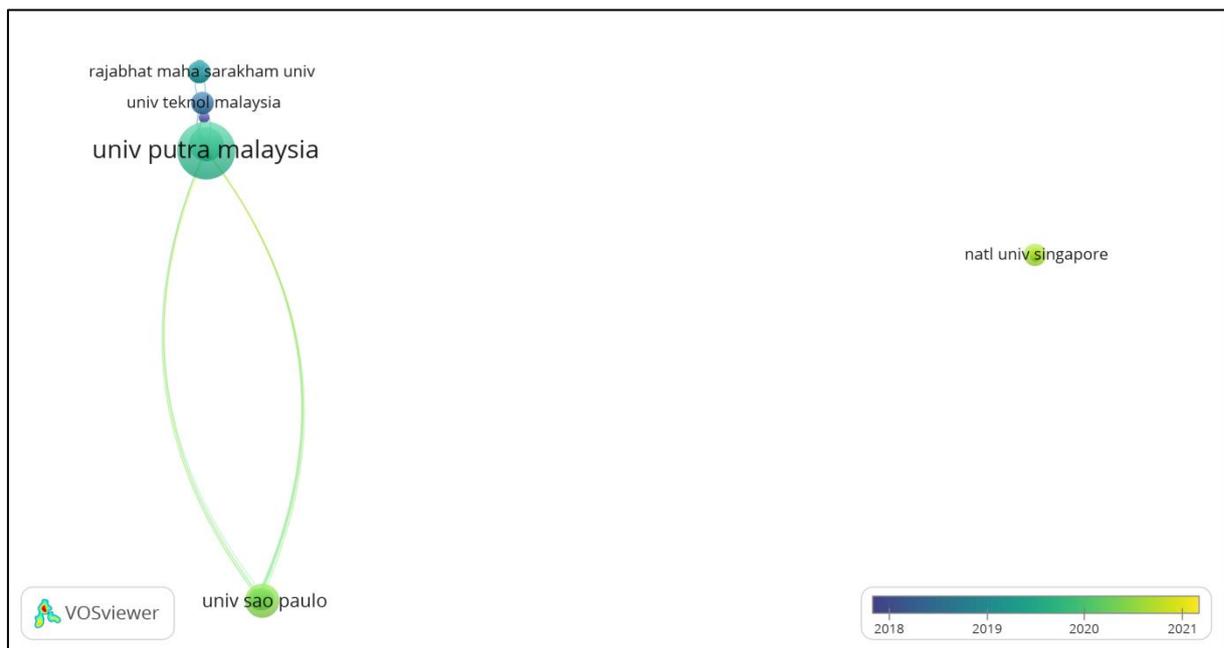
Tabela 5- Clusters formados pela rede de cooperação.

Grupo	Cor	Autores
1	Vermelho	Almeida, Diego H.; Aquino, Vinicius B. M.; Carvalho Junior, Antonio N.; Christoforo, Andre L.; Lahr, Francisco A. R.; Rodrigues, Edson F. C.; Silva, Adriano P.; Silva, Sergio A. M.; Yano, Bruna B. R.
2	Verde	Dat Minh Huynh; Duong Khanh Ho; Le, Duyen K.; Nhan Phan-Thien; Quoc Ba Thai; Son Truong Nguyen; Thao Phuong Luu; Tuan Du Tran
3	Azul	Do, Nga H. N.; Duong, Hai M.; Le, Kien A.; Le, Phung K; Nguyen, Phuc T. T.; Thai, Quoc B.; Tran, Quang B. M.; Tran, Viet T.
4	Amarelo	Abdulkareem, S.; Abdulrahim, A. T.; Adebisi, J. A.; Ahmed, I. I.; Ajiboye, T. K.; Aweda, J. O.; Ogunmodede, S.
5	Roxo	Aminudin, Eeydzah; Azman, Nor Ain; Bakri, Khairuniza; Din, Mohd Fadhil Md; Khalid, Nur Hafizah A.; Zainuddin, Nur Azmira; Zakaria, Rozana
6	Azul claro	Ariff, Azmah Hanim Mohamed; Calin, Recep; Dele-Afolabi, Temitope; Mazlan, Norkhairunnisa; Nur, Ismarrubie Zahari; Sobri, Shafreeza
7	Laranja	Jawaid, Mohammad; Naveen, Jesuarockiam; Ramlee, Nor Azlina; Yamani, Shaikh Abdul Karim; Zainudin, Edi Syams
8	Marron	Erdogmus, Ertugrul; Gencil, Osman; Sutcu, Mucahit; Yaras, Ali
9	Rosa	Phonphuak, Nonthaphong; Saengthong, Chiawchan; Srisuwan, Anuwat

Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 10 são apresentadas as instituições que realizaram trabalhos referentes ao tema discutido e foi possível chegar ao total de 37 organizações pela conexão de acoplamento bibliográfico, mas, selecionando as organizações com no mínimo um documento e uma citação, foram encontradas um total de 25 organizações divididas em cinco clusters.

Figura 10– Rede de colaboração de instituições



Fonte: Elaborado pela autora

Os Clusters possuem poucas conexões, foram separados de acordo com o ano em que as organizações fizeram colaboração científica a cerca do assunto e foi ilustrado de maneira temporal onde os clusters com cor mais escura representam os trabalhos mais antigos e os de cor mais clara são os mais atuais.

Tabela 6 - Instituições colaboradoras.

Cluster 1	Fed Univ Minas Gerais UFMG; Fed. Univ Rondônia UNIR; Fed Univ Southern & Southeastern UNIFESSPA; Sao Paulo State Univ; Univ Sao Paulo; Univ Fed Sao Carlos; West Sao Paulo Univ
Cluster 2	Ho Chi Minh City Univ Technol Hcmut; Ho Chi Minh Univ Technol; Inst Tropicalizat & Environm; Natl Univ Singapore; Ton Duc Thang Univ; Vietnam Natl Univ Ho Chi Minh City
Cluster 3	Kirikkale Univ; Univ Putra Malaysia; Univ Teknol Mara; Vellore Inst Technol
Cluster 4	Bartın Univ; Izmir Katip Celebi Univ; Rajabhat Maha Sarakham Univ; Sisaket Rajabhat Univ
Cluster 5	Univ Ilorin; Univ Maiduguri; Univ Teknol Malaysia; Univ Tun Hussein Onn Malaysia; Ton Duc Thang Univ

Fonte: Elaborado pela autora

Os autores foram filtrados a partir do número de publicações a contar de duas publicações chegando ao total de quatro. Na Tabela 2 é apresentado o desempenho dos autores que mais colaboraram com produções científicas referentes ao tema de pesquisa.

Tabela 7- Desempenho dos autores mais produtivos.

Autor	Documentos	Citações	Força total do link	H-index
Aminudin, Eeydzah	2	4	2	5
Christoforo, Andre L.	2	4	2	13
Do, Nga H. N.	2	26	4	4
Duong, Hai M.	2	26	4	31
Lahr, Francisco A. R.	2	4	2	16
Le, Phung K.	2	26	4	12
Phonphuak, Nonthaphong	2	1	2	5
Srisuwan, Anuwat	2	1	2	3
Zakaria, Rozana	2	4	2	7
Yamani, Shaikh Abdul Karim	3	24	9	4
Zainudin, Edi Syams	3	24	9	32
Jawaid, Mohammad	4	25	10	56
Ramlee, Nor Azlina	4	25	10	2

Fonte: Elaborado pela autora

O maior número de documentos foram dos autores Jawaid, Mohammad e Ramlee, Nor Azlina ambos da univ putra malaysia com 4 documentos; Yamani, Shaikh Abdul Karim e Zainudin, Edi Syams ambos da univ teknol mara com 3 documentos. Embora o maior número de citações tenha ficado para os autores Do, Nga H. N. e Duong, Hai M. com 26 citações; Le, Phung K.; Jawaid, Mohammad e Ramlee, Nor Azlina ambos com 25 citações.

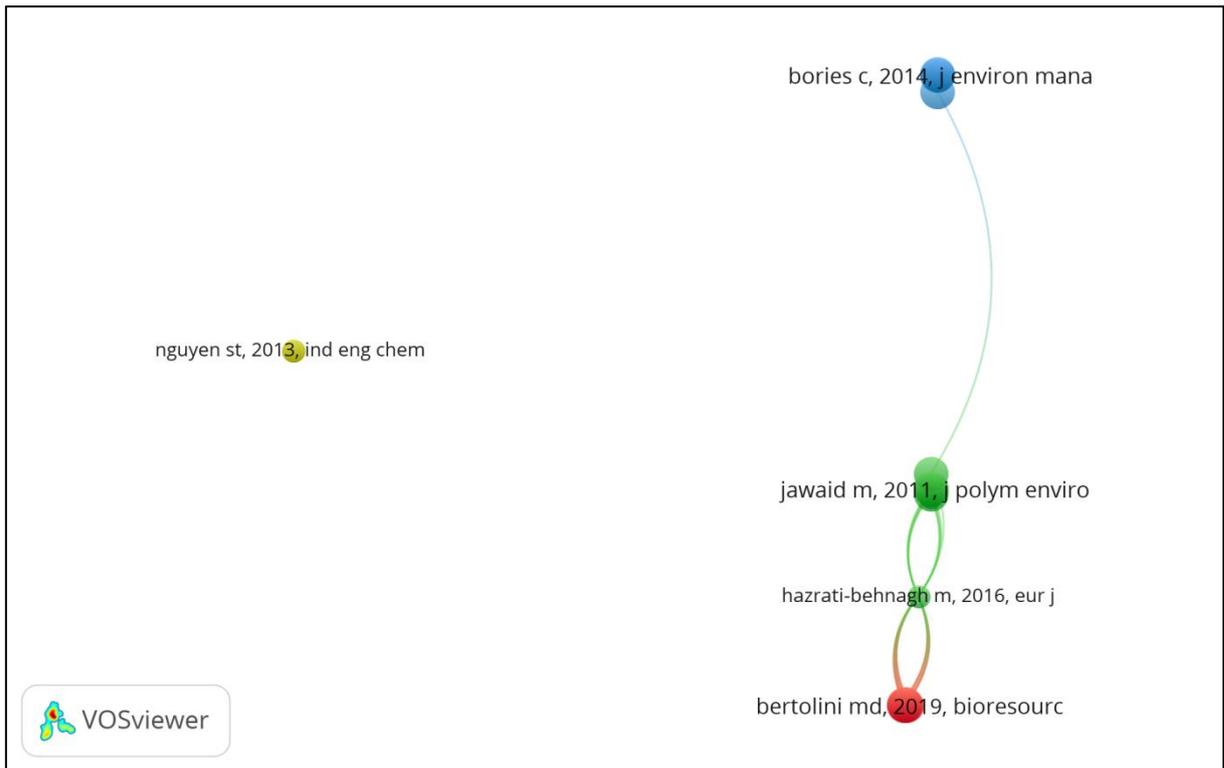
Strength (força total do link) refere-se ao número de publicações que dois pesquisadores têm em coautoria e os que mais se destacaram com relação ao fator h

tiveram um strength de 10 para Jawaid, Mohammad e Ramlee, Nor Azlina; e 9 para Yamani, Shaikh Abdul Karim e Zainudin, Edi Syams.

O índice h leva em consideração o número de artigos publicados e as citações a esses artigos de forma equilibrada e, portanto, é mais indicado nas comparações entre cientistas (Hirsch eBuela-Casal,2014 *apud* JUNIOR et al., 2021). Dentre os autores mencionados, os que obtiveram os três maiores valores de h-index (índice – h) foram Jawaid, Mohammad, Zainudin, Edi Syams e Duong, Hai M., com índice-h 56,32 e 31, respectivamente. Jawaid foi destacado entre os dez que mais publicaram e com o maior fator h entre os mesmos.

Foram encontradas 724 citações de referências em que foram embasadas as publicações sobre o isolante térmico produzido a partir de cana-de-açúcar, porém, ao aplicar o filtro de no mínimo duas citações por referência, ou co-citação, obteve-se um total de 72 que atendessem o requisito. Na figura 8 representa a formação de 4 clusters das conexões por co-citação.

Figura 11 – Conexão das publicações por co-citação



Fonte: Elaborado pela autora

5 CONCLUSÕES

A produção de isolante térmico a partir de cana-de-açúcar foi estudada com base em análises bibliométricas fazendo uso de ferramentas sistêmicas para melhor entendimento e visualização dos dados.

Foram coletados 18 trabalhos na Web of Science (Coleção Principal), mapeadas relacionando a quantidade de publicações com os anos e as ligações existentes entre os autores e os países de onde vieram os trabalhos referentes ao tema.

É importante destacar que só foram mencionadas durante esta pesquisa bibliométrica os trabalhos que constavam na base de dados da WoS. Podendo haver vieses significativos referentes ao tema de pesquisa em relatórios, publicações e documentos não indexados, além de trabalhos que estão inseridos em outras bases de dados científicos.

A pesquisa revelou que o tema já está sendo discutido em vários países e que há uma tímida produtividade científica, mas que este cenário tende a uma mudança expressiva, segundo o crescente número de publicações ao longo dos anos.

O aumento das publicações sobre isolamento térmico produzido a partir do bagaço da cana-de-açúcar teve um crescimento com maior intensidade nos últimos anos (2018-2020) e tende a um crescimento linear devido as políticas públicas focadas na sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AKIYOSHI, M. M. **Condutividade térmica e sua correlação com a temperatura e a massa específica volumétrica de materiais refratários sílico-aluminosos e aluminosos.** Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0366-69132001000100005&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em 16/06/2021 às 20:10

ARAÚJO, Carlos Alberto, 2006. **Bibliometria: evolução histórica e questões atuais.** Disponível em <<https://seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/16>> . Acesso em 20/06/2021 às 12:35

CAFÉ, Lígia; BRÄSCHER, Marisa, 2008. **Organização da Informação e Bibliometria. Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação.** Num. Esp, primer semestre, pp. 54-75. Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, Brasil. Disponível em < <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14709806>> . Acesso em 20/06/2021 às 13:09

CARVALHO, Sylvia T. M., 2012. **Propriedades térmicas do painel aglomerado de bagaço de cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.)** / Sylvia Thais Martins Carvalho. – Lavras : UFLA, 2012. Disponível em <<http://prpg.ufla.br/ppg/ct-madeira/wp-content/uploads/2012/07/Disserta%C3%A7%C3%A3o-SYLVIA.pdf>>. Acesso em 16/06/2021 às 19:51

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**, 2006. 5ªed. São Paulo: McGraw-Hill.

CHUEKE ,Gabriel V.; AMATUCCI, Marcos., 2015. **O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum.** Revista Eletrônica de Negócios Internacionais, São Paulo, v.10, n. 2, p. 1-5, mai./ago. 2015. Disponível em < <https://internext.espm.br/internext/article/view/330>> . Acesso em 20/06/2021 às 13:52

CHULKOV, Arsenii O. et al., 2019. **Evaluating thermal properties of sugarcane bagasse-based composites by using active infrared thermography and terahertz imaging.** Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/periodicos/capes.gov.br/science/article/pii/S135044951830865X>>. Acesso em 20/06/2021 às 20:00

FAHIMNIA, Behnam et al., 2015 . **Quantitative models for managing supply chain risks: a review.** Disponível em <https://www-sciencedirect.ez357.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0377221715003276> . Acesso em 20/06/2021 às 13:25

HOSSAIN, Mohammad K. et al., 2014. **Comparative mechanical and thermal study of chemically treated and untreated single sugarcane fiber bundle.** Culturas e produtos industriais 58 78-90 Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669019302924?via%3DiHub>> . Acesso em 20/06/2021 às 19:20

INCROPERA, Frank P. et al.,2008. Fundamentos de transferência de calor, sexta edição. Disponível em <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TMEC030/Prof_Luciano/Fundamentos-de-transferencia-de-calor-e-de-massa-incropera.pdf> Acesso em 12/07/2021 às 09:40

INSTITUTO DE QUÍMICA – UFG Físico-Química Experimental. Disponível em <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/56/o/FQExpServ_P3_densidade-de-liquidos.pdf> . Acesso em 12/07/2021 às 13:06

INSTITUTO DE QUÍMICA-UFG. Densidades de líquidos <https://anselmo.quimica.ufg.br/up/56/o/FQExpServ_P3_densidade-de-liquidos.pdf>. Acesso em 16/06/2021 às 20:16

JUNIOR, José A. DE M. C. et al., 2021. Torrefação como um pré-tratamento de biomassa: uma análise bibliométrica. *Jornal Internacional para Educação e Pesquisa em Inovação*, Vol. -9 No-01, 2021.

KHAN ,Muhammad Tahir et al, 2016. **Os combustíveis verdes: avaliação, perspectivas e potencial da cana-de-açúcar como fonte de energia.** Disponível em<https://www.researchgate.net/publication/320272906_The_Green_Fuels_Evaluation_Perspectives_and_Potential_of_Sugarcane_as_an_Energy_Source> . Acesso em 20/06/2021 às 11:26

LE GUIDE DES MATÉRIAUX POUR L'ISOLATION THERMIQUE. Disponível em <http://doctechno.free.fr/IMG/pdf/EDF_Guide_isolation_thermique.pdf>. Acesso em 17/06/2021 às 20:15

LIMA, C. J.M., 2018. **Análise de propriedades térmicas de briquetes de bagaço de cana-de-açúcar.**43p. Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Engenharia Mecânica) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2018. Disponível em <
https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/6354/1/TCC_Caio%20Jean%20Moraes%20de%20Lima.pdf>. Acesso em 12/07/2021 às 13:33

NORSURAYA S, FAZLENA H, NORHASYIMI R. **Sugarcane bagasse as a renewable source of silica to synthesize Santa Barbara**. Amorphous-15 (SBA-15). Procedia Engineering, 2016, 148, 839–846. Disponível em <
[https://apps-webofknowledge.ez357.periodicos.capes.gov.br/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=7&SID=8C5CmMLkhuIBDdXH7BN&page=1&doc=1](https://apps.webofknowledge.ez357.periodicos.capes.gov.br/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=7&SID=8C5CmMLkhuIBDdXH7BN&page=1&doc=1)>. Acesso em 20/06/2021 às 15:08

PRITCHARD, A., 1969. **Statistical bibliography or bibliometrics**. Journal of documentation 25 (4), 348-349

SANTOS, Daniele L., 2017. **Lei Do Resfriamento De Newton: Aplicação Em Blocos Cerâmicos**. Ciências exatas e tecnológicas | Aracaju | v. 4 | n. 1 | p. 21-28 | |
 periodicos.set.edu.br Disponível em
 <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/viewFile/4032/2204>>. Acesso em: 17/06/2021 às 07:52

SAVI, Arlindo Antonio. **Termodinâmica**, 2010. Maringá: Eduem, 131p.: il. (Coleção Formação de Professores em Física - EAD, v. 10). Disponível em
 <http://nead.uesc.br/arquivos/Fisica/termodinamica/modulo_termodinamica.pdf>. Acesso em 17/06/2021 às 19:49

SILVA, Jonathan A. da, 2020. **Biblio: um sistema de análise bibliométrica para prospecções tecnológicas**. Disponível em
 <<https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/2967.pdf>>. Acesso em 20/06/2021 às 15:31

SILVA, Manuel Antonio P., 1996. **Metodologia para a definição exigencial de isolantes térmicos**. Disponível em <
<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11662/2/Texto%20integral.pdf>>. Acesso em 18/05/2021 às 20:06

SILVA, Sérgio A. M. da et al., 2021. **Use of residues from the cellulose industry and sugarcane bagasse in particleboards**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.41, n.1, p.107-111, jan./fev. 2021. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/eagri/a/WHWJFttL8QdRzh7WsfqsMxJ/?lang=en>> . Acesso em 20/06/2021 às 15:47

SILVA, Wilton P., 2003. **Medida de calor específico e lei de resfriamento de newton: um refinamento na análise dos dados experimentais**. Rev. Bras. Ensino Fís.25 (4) Dez 2003 Disponível em <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/viewFile/4032/2204>> Acesso em: 19/06/2021 às 14:40

THAI, Quoc B. et al., 2019. Aerogéis à base de celulose do bagaço da cana-de-açúcar para limpeza de derramamento de óleo e aplicações de isolamento térmico. Disponível em <https://apps-webofknowledge.ez357.periodicos.capes.gov.br/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=8C5CmMLkhuIBDdXH7BN&page=1&doc=1> . Acesso em 20/06/2021 às 14:37