

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
CAMPUS SALVADOR
DIRETORIA DE ENSINO DO CAMPUS SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM EDIFICAÇÕES**

FELIPE AMARAL BRANDÃO

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR PARA A
PISCINA DA REITORIA DO IFBA EM SALVADOR/BA.**

**SALVADOR-BA
2023**

FELIPE AMARAL BRANDÃO

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR PARA A PISCINA
DA REITORIA DO IFBA EM SALVADOR/BA.

Trabalho Conclusão do Curso de Técnico em Edificações do Instituto Federal da Bahia como requisito para a obtenção do título de Técnico em Edificações.

Orientador: Prof. Ma. Marilda Ferreira Guimarães.

SALVADOR-BA
2023

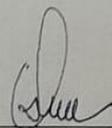
FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS DO
IFBA, COM OS DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

FELIPE AMARAL BRANDÃO

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR PARA A
PISCINA DA REITORIA DO IFBA EM SALVADOR/BA.

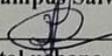
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito para obtenção do título de Técnico em Edificações, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Profª. Ma. Virginia Silva Neves



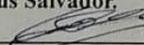
Mestra em engenharia ambiental urbana, UFBA.
Instituto Federal da Bahia-Campus Salvador.

Profª. Ma. Marion Cunha Dias Ferreira



Mestra em engenharia ambiental urbana, UFBA.
Instituto Federal da Bahia-Campus Salvador.

Prof. Me. Celso Lásaro Souza Filho



Mestre em regulação da indústria de energia, UNIFACS.
Instituto Federal da Bahia-Campus Salvador.

Salvador, 05 de dezembro de 2023.

Dedico este trabalho a minha avó, Maria Alice (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

À meus pais e a meu irmão por toda a luta, apoio, incentivo e amor, sem isto, definitivamente não chegaria onde eu cheguei.

Ao restante de minha família por todo o apoio incondicional e por terem sido simplesmente incríveis.

Aos meus amigos, por terem sempre oferecido apoio e diversos momentos de descontração, em especial a Ana Camile, a quem eu conheci antes mesmo de começar o IFBA e me acompanhou por toda essa jornada, por mais doida que tenha sido, além de cada jogo do UNO. Assim como a Madu, por todas as conversas completamente aleatórias às 2 da manhã enquanto escrevia este trabalho.

À professora Marilda, por ter embarcado comigo nesta jornada.

Aos meus professores ao longo do curso, cujos ensinamentos levarei comigo.

A reitoria do IFBA por ter fornecido informações cruciais para a manufatura do trabalho.

RESUMO

Desde dos tempos antigos, o aquecimento de água é amplamente utilizado por diversas populações ao redor do mundo por motivos que variam desde o seu efeito terapêutico assim como a higiene. Nos dias de hoje há a presença de múltiplos sistemas de aquecimento de água ao redor do mundo, no caso específico da Reitoria. Este trabalho refere-se a um Sistema de aquecimento solar baseado no uso de coletores solares planos abertos na a piscina da Reitoria do Instituto Federal da Bahia, mantendo a água em uma temperatura de 28°C conforme indicado em norma ABNT, sendo estruturado por uma análise sobre a incidência de radiação solar no local, um estudo de caso do local, o qual encontra-se com diversas aberturas ao redor da piscina e interditado, assim como uma proposta de intervenção considerando os mais diversos fatores inerentes a uma instituição pública, a implementação dos coletores aliados a um sistema de aquecimento secundário e uma reforma do local, desta forma, este trabalho avaliou que é possível o uso desta tecnologia em equipamento público como a piscina da Reitoria do IFBA.

Palavras-Chave: Sistema de aquecimento solar (SAS), Coletores Solares Planos Abertos, Aquecimento de piscina semi-olímpica.

ABSTRACT

Since ancient times, water heating has been widely used by various populations around the world for reasons ranging from its therapeutic effect to hygiene. Nowadays there are multiple water heating systems around the world, in the specific case of the Rectory. This work refers to a solar heating system based on the use of open flat solar collectors in the swimming pool of the Rectory of the Federal Institute of Bahia, keeping the water at a temperature of 28°C as indicated in the ABNT standard, and is structured by an analysis of the incidence of solar radiation at the site, a case study of the site, which has several openings around the pool and is closed, It was also structured around an analysis of the incidence of solar radiation at the site, a case study of the site, which has several openings around the pool and is closed off, as well as a proposal for intervention considering the various factors inherent to a public institution, the implementation of collectors combined with a secondary heating system and a refurbishment of the site, thus evaluating that it is possible to use this technology in public equipment such as the IFBA Rectory swimming pool.

Keywords: Solar heating system (SAS), Open Flat Plate Collectors, Semi-Olympic pool heating.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Reconstrução de uma terma romana no período imperial.....	12
Figura 2. Mapa da incidência de radiação solar no estado da Bahia.....	14
Figura 3. Esquema de Funcionamento de SAS com Coletor Solar.....	15
Figura 4. Coletor solar tubular.....	16
Figura 5. Esquema de coletor solar Plano.....	17
Figura 6. Sistema de aquecimento de piscina via SAS.....	18
Figura 7. Imóvel enquanto colégio Marista.....	19
Figura 8. Fachada atual Reitoria do IFBA.....	20
Figura 9. Corte da piscina da Reitoria do IFBA.....	20
Figura 10. Planta Superior da Piscina incluindo as tubulações.....	21
Figura 11. Piscina da reitoria do IFBA.....	22
Figura 12. Piscina da reitoria do IFBA com ênfase na flexão em uma de suas laterais.....	23
Figura 13. Casa de bombas da piscina com ênfase em tubulação desconhecida.....	24
Figura 14. Abertura ao redor da piscina da reitoria do IFBA.....	24
Figura 15. Abertura aberta ao redor da piscina (Exposição da armadura do concreto armado)...	25
Figura 16. Abertura com conexão com a casa de bombas.....	25
Figura 17. Acesso a casa de bomba da piscina da reitoria do IFBA.....	26
Figura 18. Escadaria para a casa de bombas da piscina da Reitoria do IFBA.....	27
Figura 19. Casa de Bombas da piscina da reitoria do IFBA.....	27
Figura 20. Detalhe dos filtros de areia.....	28
Figura 21. Detalhe das bombas na casa de bombas da piscina da reitoria do IFBA.....	28
Figura 22. Casa de bomba da piscina, com ênfase no quadro de energia.....	29
Figura 23. Vista aérea da Reitoria do IFBA.....	30
Figura 24. Vista aérea do imóvel com indicação do norte e ênfase nas placas solares.....	30
Figura 25. Carta solar com esquema de máscara de sombra na fachada SE da reitoria do IFBA.....	31
Figura 26. Carta solar de Salvador (Lat 12,95° S).....	31
Figura 27. Planta superior da arquibancada.....	32
Figura 28. Arquibancada da piscina da reitoria do IFBA.....	33
Figura 29. Fator de correção.....	34
Figura 30. Fórmula para dimensionamento da quantidade de coletores solares.....	34
Figura 31. Especificações técnicas PP Flex 3 HELIOTEK.....	35
Figura 32. Tabela de Preço.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEFET-BA – Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia

DEPLO – Departamento de Planejamento de Obras (Reitoria do IFBA)

IFBA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IPAC – Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia

NBR – Norma Brasileira

PRODIN – Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional (Reitoria do IFBA)

SAS – Sistema de Aquecimento Solar

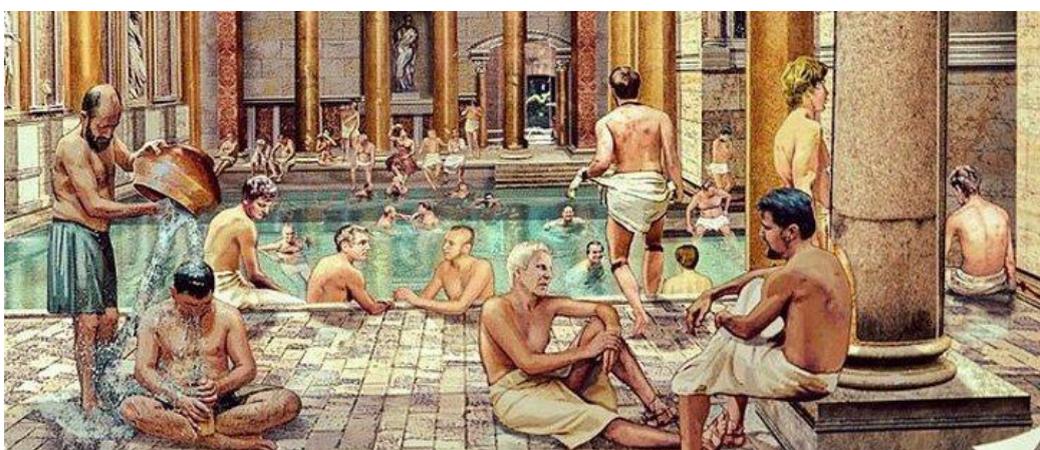
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR COM USO DE COLETORES.....	14
2.1 Incidência de raios solares.....	14
2.2 Coletores Solares.....	14
2.3 Sistema a ser utilizado.....	17
2.4 Uso de SAS com Coletores Solares em piscina.....	18
3 ESTUDO DE CASO.....	19
3.1 . Breve história da edificação.....	19
3.2 .Especificações da piscina da reitoria do IFBA.....	20
3.3 Atual situação da piscina da reitoria do IFBA.....	21
3.4 .Casa de Bombas.....	26
3.5 Detalhamento solar da piscina da reitoria do IFBA.....	29
4 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO.....	32
4.1. Dimensionamento de coletores solares.....	34
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Aquecimento de água é algo que remonta à antiguidade, com diversos registros do uso das fontes termais em diversas sociedades e povos ao redor do mundo. Os romanos estenderam a sua presença pela costa do mar Mediterrâneo e Europa adentro chegando a até mesmo a Inglaterra¹, e trouxeram com eles a incorporação das termas romanas, as quais podem ser observadas na Figura 1 dentro das mais diversas civilizações (Nunes, Miyuki, 2012). Os povos japoneses, no qual as termas são parte significativa da cultura local, prezavam as mesmas pelo seu efeito terapêutico e de higiene (Gonçalves, 2021).

Figura 1. Reconstrução de uma terma romana no período imperial



Fonte: Apaixonados por História, 2013.

Com isto, se evidencia o grande papel atribuído aos banhos em água quente desde o passado, e mais do que isso, com o surgimento de novas tecnologias e avanços científicos, tornou-se possível o acesso a largas quantidades de água quente sob a maior parte das circunstâncias e uma larga rapidez de aquecê-la sem grandes esforços.

Como dito acima, grandes avanços tecnológicos foram e são os grandes responsáveis pela atual situação a qual se pode encontrar no Brasil, tanto na área de instalação de piscinas, como na instalação e uso efetivo da energia solar, algo esperado dentro de um país onde é comum alcançar temperaturas superiores a 30°C, especialmente quando se refere ao Nordeste do Brasil, onde é possível encontrar uma incidência solar incrivelmente alta na região do semi-árido do mesmo, com incidência entre 200-250 W/m² (Marques, Krauter e Lima, 2009).

O estado da Bahia, de forma mais específica, possui altos níveis de incidência de radiação solar, e mais do que isso, a variação desta incidência solar ao longo do ano é baixa, ou seja, os níveis de radiação solar sendo incididos em cima do território baiano costuma ser

¹ Ao lado da Escócia, Gales e Irlanda do Norte, é uma nação constituinte do Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte de acordo com o website oficial do governo britânico.

estável ao longo do ano (Marques, Krauter e Lima, 2009).

Isso é um fator importante ao se considerar o uso de um sistema de aquecimento de piscina que seja diretamente dependente da incidência da radiação solar, além de outros fatores e características, como o alto custo inicial relacionado a sistemas que se utilizam da radiação solar, porém com custos operacionais reduzidos (Starke, 2013).

Não que haja a ausência de outros sistemas de aquecimento de água, tais como o aquecimento a gás, que, ao usar gases inflamáveis como combustível, consegue manter uma temperatura constante, rápida e eficiente, ou de aquecedores elétricos, estando presentes em pelo menos cerca de 72% dos lares brasileiros (Andreoni, 2013), por meio do uso extenso de chuveiros elétricos pelo território brasileiro, o qual aquece a água por meio de uma resistência elétrica presente no mesmo, porém, por meio do uso da lei de joule, o qual apresenta eficazmente a irreversibilidade da conversão de trabalho elétrico em calor, mostrando que, do ponto de vista da termodinâmica, é um processo pouco eficiente, pode-se encontrar também as bombas de calor, as quais são nada mais que a absorção do ar da atmosfera e o seu aquecimento através da compressão, eles são bem mais eficientes, energeticamente, do que os aquecedores elétricos, porém por suas características próprias, acabam sendo um excelente complemento ao uso de sistemas baseados em energia solar (Reis, 2012).

É possível determinar as temperaturas ideais para uma piscina dentro das várias possibilidades de uso (Brasil, 2018), a norma que esses usos e as suas temperaturas é a ABNT NBR 10339/2018, que define que, para competições, recomenda-se a temperatura entre 25°C e 28°C. Isso ocorre a fim de manter condições mínimas de salubridade aos usuários, estabelecendo temperaturas diferentes para diferentes usos e atividades aquáticas. Diante destes e de outros fatores citados, este trabalho se apresenta com um foco centrado no uso de sistemas de aquecimento baseado em energia solar com fins de proporcionar o melhor sistema possível.

Para tal, iniciou-se uma extensa busca por um referencial teórico com o objetivo de embasar o trabalho, assim como realizou-se uma solicitação a DEPLO para a obtenção das plantas do local, assim como agendar uma visita, a qual foi realizada e visou reconhecer o local, entender as circunstâncias específicas do mesmo e obter informações cruciais para a realização do trabalho, logo após, prosseguiu-se para a elaboração de uma proposta de intervenção e as devidas considerações finais do trabalho.

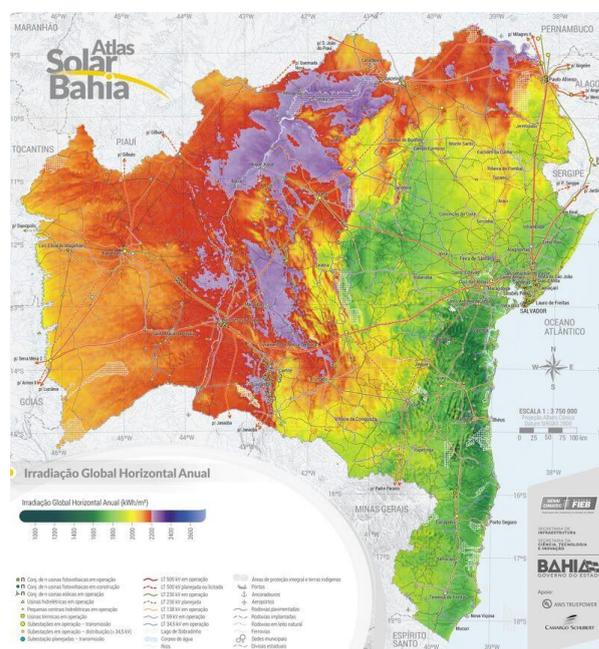
2 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR COM USO DE COLETORES

2.1 Incidência de raios solares

A energia solar no Brasil passou por diversos avanços ao longo dos últimos anos, se apresentando como uma alternativa energética a outras fontes poluentes e caras de energia, como as termelétricas, em especial no Nordeste do país, dado a alta incidência de raios solares na região, com uma média de 5,52 kWh/m² dia (Bezerra, 2021), diante destes fatores e a baixa variabilidade média ao longo do ano, torna a região Nordeste referência em investimentos em projetos e sistemas baseados na incidência de raios solares, com investimentos que acumulados, chegam na casa dos R\$ 20 bilhões em aportes (Moura, 2023).

Especificamente na cidade de Salvador-BA, a incidência de raios solares não é a mais alta do estado, porém, ainda é uma incidência solar elevada em comparação às outras localidades. Como é possível observar na Figura 2 (Matos, Wanderley, Gonçalves, *et al*, 2019). Desta forma, torna-se viável e benéfico, a instalação de sistemas baseados na incidência de raios solares.

Figura 2. Mapa da incidência de radiação solar no estado da Bahia



Fonte: Fotón Energia Solar, 2016.

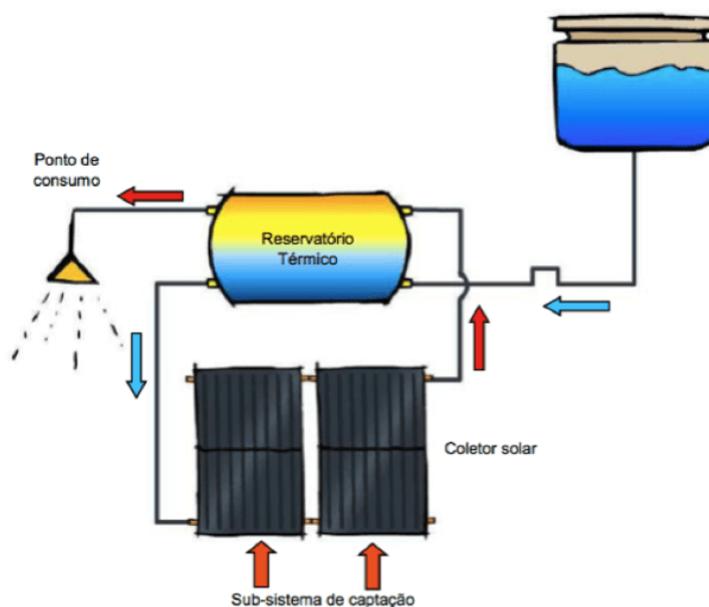
2.2 Coletores Solares

Sendo uma forma de aquecimento solar bastante convencional, os coletores solares são os principais componentes de SAS, lidando com a absorção da radiação solar e transmitindo a

mesma, em forma de energia térmica solar, ao fluido de trabalho (Sodré, 2010), que no caso deste trabalho, será a água da piscina.

Os coletores solares podem ser descritos como um sistema de troca de calor, por mais que os trocadores de calor sejam explicitados como uma troca entre fluidos, este, de forma específica, realiza a troca de calor entre um fluido e a radiação solar que é advinda de uma fonte a milhares de quilômetros de distância do planeta (Lafay, 2005), o esquema de funcionamento de um SAS com coletor solar pode ser observado na Figura 3.

Figura 3. Esquema de Funcionamento de SAS com Coletor Solar.



Fonte: WGSOL, 2015.

Tem-se que os coletores solares não possuem uma extensa eficiência na relação de troca de calor exercitada, porém, devido a extensa incidência de radiação solar presente no nordeste brasileiro, mesmo que o sistema não seja tão eficiente na troca do calor, a quantidade massiva de radiação solar incidindo no mesmo provoca um desempenho satisfatório para que se atinja o objetivo e temperatura de água requisitado conforme citado acima.

Usualmente, os coletores solares costumam dividir-se em duas categorias, coletores solares planos e coletores solares tubulares. Os tubulares, conforme observado na Figura 4 são uma sequência de tubos, geralmente de vidro, os quais são concêntricos, um tubo interno onde se passa o fluido e um tubo externo agindo como uma camada. Entre eles existe um isolamento à vácuo, provocando, desta maneira, menos perdas durante a transferência de calor (da Rosa, Manea, Krenzinger, 2016).

Figura 4. Coletor solar tubular

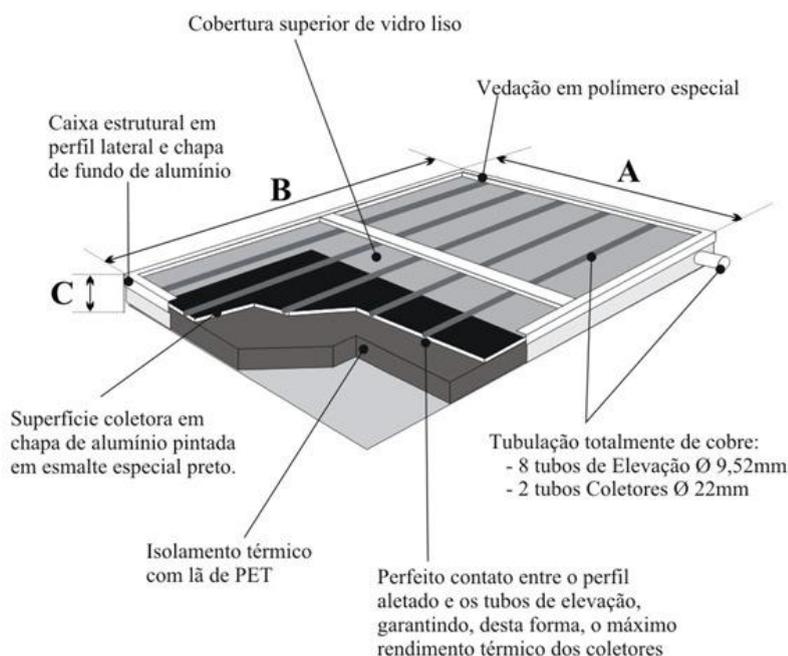


Fonte: Komeco, 2023

Esse tipo de sistema é também conhecido como coletor de concentração, como diz o nome, é um sistema voltado para a concentração de altas temperaturas, ao focalizar energia solar, o seu propósito pode ser facilmente cumprido, e desta forma, apresenta-se como um sistema mais adequado a utilização em residências e em projetos que demandam um alto fornecimento de fluidos a altas temperaturas e geralmente é um sistema de custo elevado em comparação aos outros sistemas de coletores existentes, sendo um sistema com utilização específica sob demanda (Lafay, 2005).

Os coletores solares planos, os quais podem ser observados na Figura 5 por sua vez, são aqueles no qual o absorvedor de calor é plano, eles podem dividir-se em duas subcategorias, os abertos e os fechados. Os coletores planos fechados (ou com cobertura) são aqueles que possuem uma caixa térmica, isolando o absorvedor e as tubulações termicamente, criando um ambiente interno isolado. Por sua vez, os coletores solares planos abertos possuem justamente a ausência desta caixa, ou seja, o absorvedor e as tubulações não são isolados termicamente, sendo amplamente expostos (da Rosa, Manea, Krenzinger, 2016).

Figura 5. Esquema de coletor solar Plano



Fonte: A Atual. 2023.

Estes funcionam de maneira bem simples, quando a radiação solar incide acima do coletor, caso seja um sistema fechado, parte da radiação solar incidida será refletida, enquanto outra fração atravessará a cobertura e será absorvida pela placa absorvedora. Caso seja um sistema aberto, a radiação solar incidirá diretamente acima da placa absorvedora, e será retransmitida, através de um processo semelhante ao “efeito estufa”, em forma de energia térmica, aquecendo o fluido de trabalho (Lafay, 2005).

2.3 Sistema a ser utilizado.

Os SAS com o uso de coletores solares usualmente baseiam-se no uso extensivo de polímeros, levando em conta a temperatura reduzida a qual se maneja o fluido de trabalho, sendo até mesmo, um ponto importante a se levar em consideração, uma vez que a temperatura demandada para a o fluido de trabalho é convenientemente próxima ou até mesmo, em algumas situações, menor que a temperatura ambiente, sendo evitado, desta forma, o uso de cobertura (Stefanelli, 2013).

Desta forma, o sistema o qual se pretende evidenciar de forma mais específica neste

trabalho é o coletor solar plano aberto, um sistema de coletores solares planos sem o uso de cobertura, ou seja, um sistema sem o uso de isolamento térmico e sem o manejo de fluidos de trabalho em temperaturas mais elevadas, as quais normalmente são associadas aos coletores planos fechados e aos coletores tubulares.

2.4 Uso de SAS com Coletores Solares em piscina

Os sistemas de aquecimento de piscina geralmente não utilizam-se de reservatórios ou outras formas de armazenamento de água, sendo a piscina o destino final da água quente, sendo um sistema de circulação o qual leva a água da piscina para os coletores solares, e dos coletores solares para a piscina, tendo ainda a função de fazer a água passar por um sistema de filtragem e tratamento de água da piscina conforme representado na figura 6 (Ferreira, 2018).

Figura 6. Sistema de aquecimento de piscina via SAS.



Fonte: Ferreira, 2018.

Desta forma, é um sistema que funciona de maneira similar aos outros sistemas, como o sistema de aquecimento a gás ou o sistema de aquecimento elétrico, de mecânica simples, a água é sugada pela bomba dedicada ao sistema de aquecimento solar e introduzida ao SAS, a água quente originária do SAS é retornada ao sistema de filtragem ainda por força da bomba e com certo auxílio exercido pela força da gravidade (Ferreira, 2018).

Após a introdução da água ao sistema de filtragem, buscando uma junção de águas em diferentes temperaturas, é importante a adoção de um sistema eletrônico de controle da temperatura da água de forma a não inserir água em altas e extrema temperatura diretamente na piscina, podendo causar diversos incidentes, existem diversas possibilidades de adoção de equipamento e métodos para adequação às mais diversas situações (Ferreira, 2018).

3 ESTUDO DE CASO

O objeto deste trabalho é a piscina semi-olímpica localizada na Reitoria do Instituto Federal da Bahia (IFBA), localizada na Avenida Araújo Pinho, nº 39, no bairro do Canela, em Salvador / BA (IFBA, 2023), onde foi realizada uma visita de campo para identificação e coleta de informações e de registros fotográficos. A visita foi realizada durante o período da tarde do dia 03/10/2023.

3.1 . Breve história da edificação

Figura 7. Imóvel enquanto colégio Marista.



Fonte: Bahia, 2019.

A edificação onde atualmente é a Reitoria do IFBA, conforme é possível visualizar na Figura 7, originalmente era o Colégio Marista, um antigo colégio católico sob a gestão da ordem dos Irmãos Maristas, construído no início do século passado. Conforme uma série de acordos firmados para que se houvesse a implementação de novas instituições de ensino católicas, sendo a edificação contemporânea dos Liceu salesiano localizado no bairro de Nazaré administrado pela ordem dos Irmãos Salesianos e do colégio Antônio Vieira gerenciado pela ordem dos jesuítas, ambos também localizados na cidade de Salvador, Bahia (Rocha, 2013).

Com a criação do IFBA em 2008, sucedendo o antigo CEFET-BA, de acordo com a Lei Federal nº 11892, de 29 de dezembro de 2008, existiu-se a necessidade de uma reitoria para a administração dos mais diversos campi do Instituto espalhados pelo estado da Bahia, tendo o instituto comprado o imóvel em 2009 e iniciado a ocupação do mesmo em 2010, conforme observado na Figura 8 onde está presente a fachada atual da Reitoria, assumindo e

remodelando as antigas instalações existentes, sendo importante lembrar o seu tombamento em 2008 pelo IPAC sob o processo nº 0607080044242/08² (Rocha, 2013).

Figura 8. Fachada atual Reitoria do IFBA.



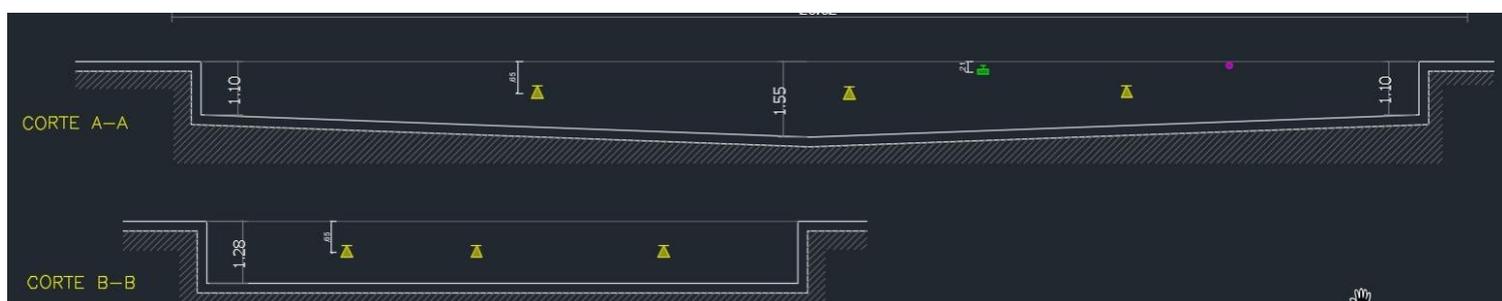
Fonte: Webmedia, 2018.

3.2 .Especificações da piscina da reitoria do IFBA

A piscina da Reitoria do IFBA é um equipamento com 312,50m², sendo classificada como uma piscina semi-olímpica de acordo com as plantas fornecidas pelo Departamento de Planejamento de Obras (DEPLO), setor integrante da Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional (PRODIN).

A piscina possui um formato retangular em sua superfície, porém internamente, ela possui uma inclinação a qual se inicia em cada uma de suas laterais e encontram-se em seu meio e ponto de maior profundidade, possuindo uma profundidade de 1,10m em suas laterais e de 1,55m em seu centro, conforme é possível observar nas Figura 9.

Figura 9. Corte da piscina da Reitoria do IFBA.



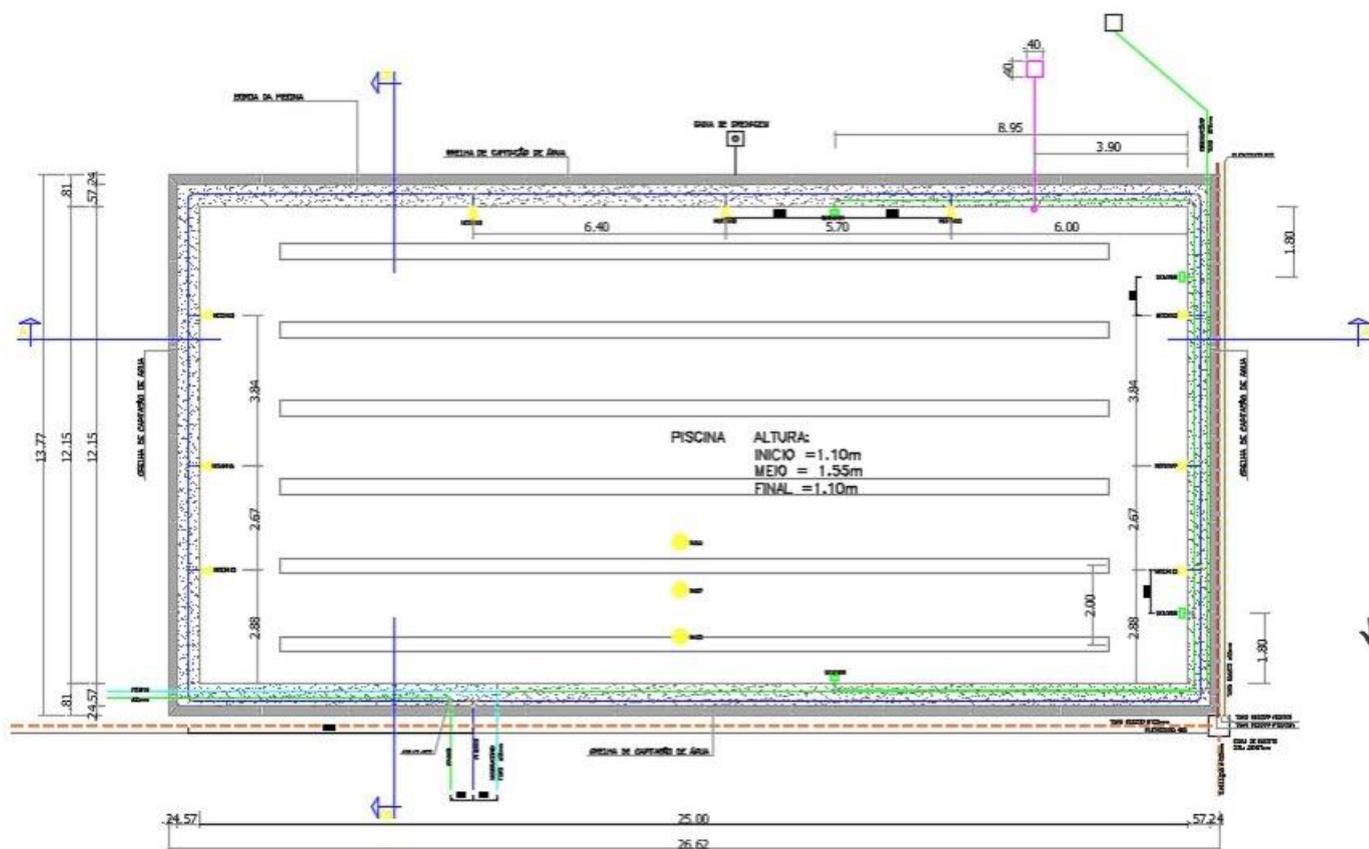
Fonte: DEPLO IFBA, 2023.

É possível identificar 3 (três) tubulações conforme indicado na Figura 10, uma delas

² Dado Obtido em Consulta ao Site do IPAC em 09/10/2023

serve para a sucção da água da piscina, outra serve para o manejo pluvial de toda a água que é drenada através das grades e drenos existentes ao redor da piscina, a última das tubulações é a tubulação que abastece a piscina de água diretamente do reservatório, isto é demonstrado pela Figura 10.

Figura 10. Planta Superior da Piscina incluindo as tubulações.



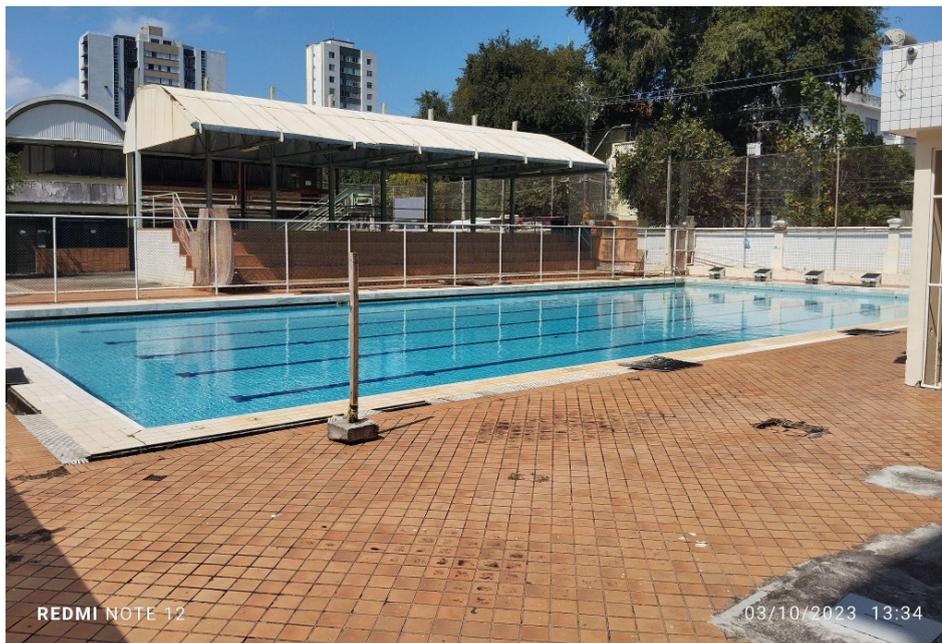
Fonte: DEPLO-IFBA, 2023.

3.3 Atual situação da piscina da reitoria do IFBA

Observou-se, após visita em campo, a atual situação da piscina, e desta forma, obteve-se informações cruciais para o prosseguimento do atual trabalho.

internamente a mesma encontra-se em condições relativamente boas diante do que é possível observar. A água é rotineiramente tratada e filtrada e retornada a piscina, os resíduos sólidos da piscina são rotineiramente removidos, conservando-se a condição de uso em relação a qualidade da água conforme explicitado na Figura 11.

Figura 11. Piscina da reitoria do IFBA.

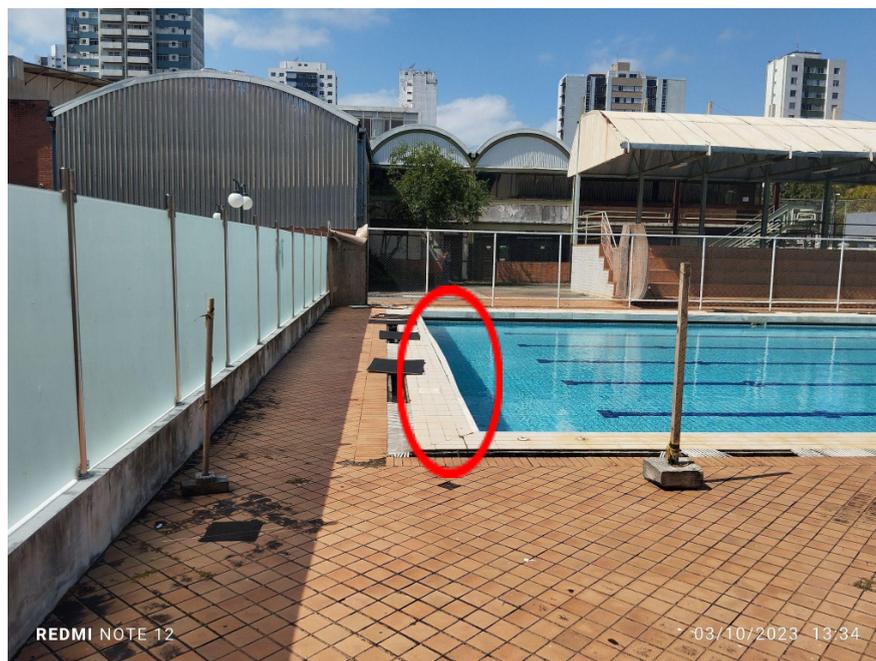


Fonte:O autor, 2023.

Assim como se mantém o uso rotineiro dos equipamentos de tratamento e de apoio a piscina, garantindo, desta forma, o não-abandono da mesma, ou seja, estabelecendo-se um estado de limpeza da água a qual é possível observar visualmente.

O local encontra-se interditado, isso se deve ao atual estado da piscina e os possíveis perigos, como a possibilidade de acidentes envolvendo as aberturas e a própria estabilidade das aberturas, que a mesma apresenta para uso contínuo e sucessivo, dentre os quais pode-se observar na Figura 12.

Figura 12. Piscina da reitoria do IFBA com ênfase na flexão em uma de suas laterais.



Fonte: O autor, 2023.

A piscina é um equipamento que existe desde a época do Colégio Marista, sendo relativamente antigo. E possui diversos pontos de vazamentos. De acordo com as informações obtidas, muitos destes pontos, ou pelo menos, os mais graves, foram reparados, porém ainda existem pontos de vazamentos comprometendo a piscina e todo o seu material de apoio e infraestrutura.

Desta forma, se mostra necessário citar que, de acordo com os dados obtidos em visita de campo, não há grandes informações sobre o que existe em seu subterrâneo, havendo inclusive determinadas tubulações, ao que não se tem ideia de sua função, um exemplo é o indicado na Figura 13

Figura 13. Casa de bombas da piscina com ênfase em tubulação desconhecida.



Fonte: O autor, 2023.

O ambiente ao redor da piscina encontra-se com diversas aberturas os quais estão atualmente cobertas com uma placa fina de madeira. As aberturas em questão são responsáveis pela interdição, devido ao perigo que podem causar. Em muito deles expõem-se tubulações como observado na Figura 14

Figura 14. Abertura ao redor da piscina da reitoria do IFBA.



Fonte: O autor, 2023.

Outro fator que pode ser visualizado em decorrência das aberturas é a exposição das armaduras, conforme demonstrado na Figura 15, a exposição da armadura às intempéries acaba por gerar uma série de problemas patológicos como a corrosão do próprio aço utilizado.

Figura 15. Abertura aberta ao redor da piscina (Exposição da armadura do concreto armado).



Fonte: O autor, 2023.

Existe também outra abertura, de maior dimensão e expõe as tubulações até a casa de bombas, podendo ser observado pela abertura na Figura 16 por onde passa-se uma turbulação, esta abertura pode ser observada na Figura 16. É importante destacar que ao fundo desta abertura existe solo de granulometria fina o qual se assemelha a areia visualmente e pelo toque, identificando-se, supostamente, um solo arenoso no fundo.

Figura 16. Abertura com conexão com a casa de bombas.



Fonte: O autor, 2023.

3.4 .Casa de Bombas.

A casa de bombas da piscina da Reitoria do IFBA está localizada abaixo da arquibancada, pertencendo a toda a estrutura e aparato de apoio indexada a piscina conforme explicitado na figura 17, o acesso se dá por trás da arquibancada, por meio de uma escadaria que leva ao ambiente conforme demonstrado na Figura 18. Atualmente a mesma encontra-se bloqueada com barreira.

Figura 17. Acesso a casa de bomba da piscina da reitoria do IFBA.



Fonte: O autor, 2023.

Figura 18. Escadaria para a casa de bombas da piscina da Reitoria do IFBA.



Fonte: O autor, 2023.

A casa de bombas é regularmente utilizada para a manutenção da piscina. De forma mais específica, para a filtragem e tratamento regular da água da piscina mediante o uso de dois filtros de areia conforme mostra a Figura 19

Figura 19. Casa de Bombas da piscina da reitoria do IFBA.



Fonte: O autor, 2023.

Figura 20. Detalhe dos filtros de areia.



Fonte: O autor, 2023.

No local encontra-se duas bombas utilizadas no manejo da água da piscina, ambas as bombas são utilizadas em conjunto, com uma puxando a água da piscina e direcionando para o sistema de tratamento e filtragem da mesma e outra retornando a água para a piscina, sendo que foi possível obter apenas as informações relativas a uma das bombas, um modelo de 3 cavalos de potência funcionando em uma tensão de 220/380 Volts conforme mostra a figura 20 e 21.

Figura 21. Detalhe das bombas na casa de bombas da piscina da reitoria do IFBA.



Fonte: O autor, 2023.

No local observa-se que o quadro de energia não está identificado, por ele passa a fiação relacionada ao sistema descrito acima. Tal quadro pode ser observado na figura 22, por meio deste, se tem o controle do maquinário presente na casa de bombas, o qual, conforme já citado anteriormente, é regularmente utilizado para fins de tratamento e manutenção da água da piscina, com os seus equipamentos apresentando-se em condições amplas de uso apesar do desgaste geral presente nos mesmos nos mesmos.

Figura 22. Casa de bomba da piscina, com ênfase no quadro de energia.

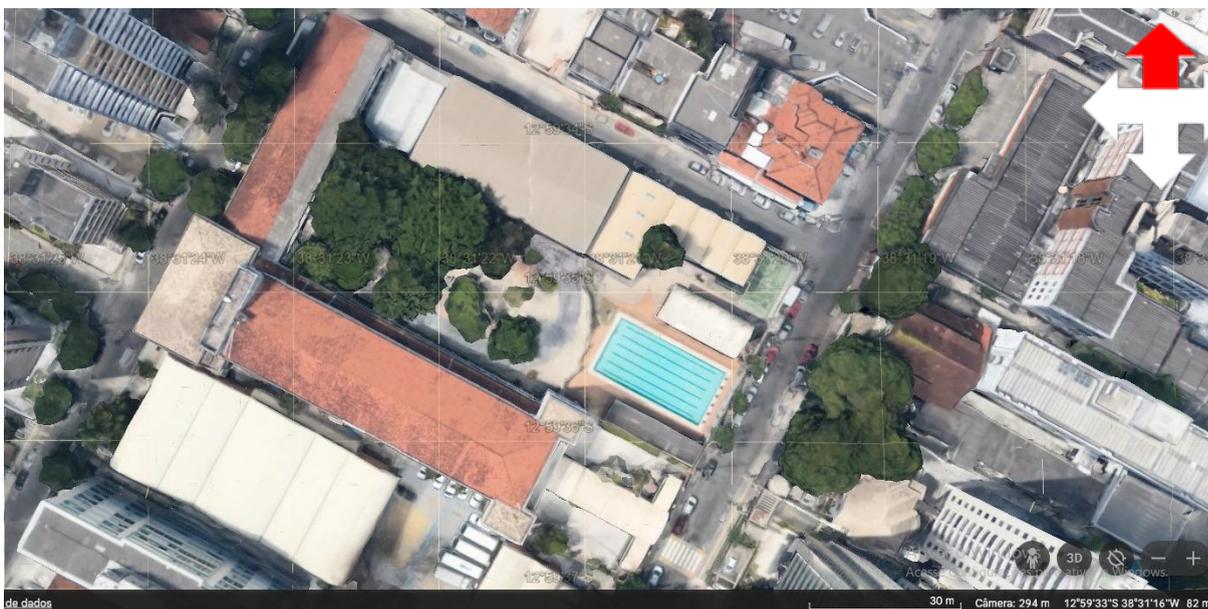


Fonte: O autor, 2023.

3.5 Detalhamento solar da piscina da reitoria do IFBA

A piscina da Reitoria do ifba encontra-se na fachada sudeste da edificação, fachada a qual, juntamente com a fachada nordeste, se mostra como menos afetada pelas sombras projetadas pelas edificações ao redor, tendo uma posição privilegiada dentro do terreno da edificação, sendo que apenas se tem uma preocupação em relação a uma árvore de tamanho considerável, do outro lado da rua presente na fachada sudeste, porém, mesmo com a presença da árvore, a sombra projetada pela árvore não projeta-se na piscina. como é possível observar na Figura 23 (Rocha, 2013).

Figura 23. Vista aérea da Reitoria do IFBA



Fonte: Google Earth com edições do autor (adição da indicação do norte), 2023.

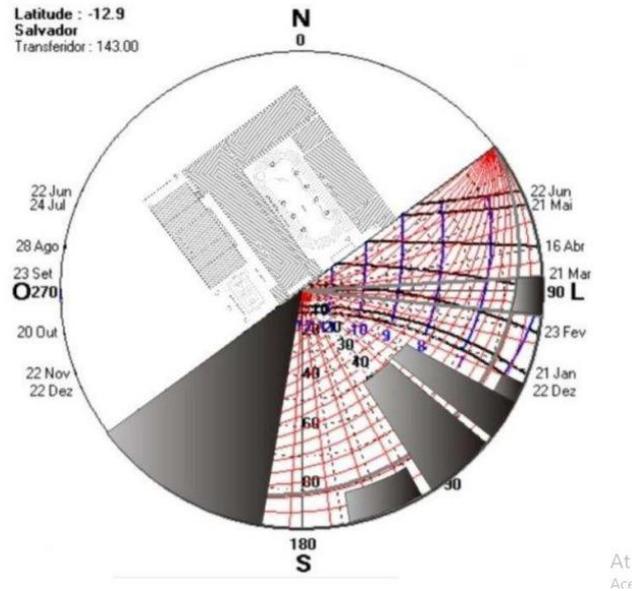
Tal fato corrobora-se, através da análise das cartas solares presente na Figura 25, no qual se revela a carta solar específica na edificação com máscara de sombra na fachada SE, assim como pela análise geral da Figura 26, desta forma, é possível se observar que tais fachadas se apresentam como benéficas para a ampla instalação dos SAS planejados neste trabalho, como já anteriormente utilizado pela reitoria do IFBA na instalação de placas solares justamente voltadas para o nordeste da edificação como evidenciado na Figura 24.

Figura 24. Vista aérea do imóvel com indicação do norte e ênfase nas placas solares.



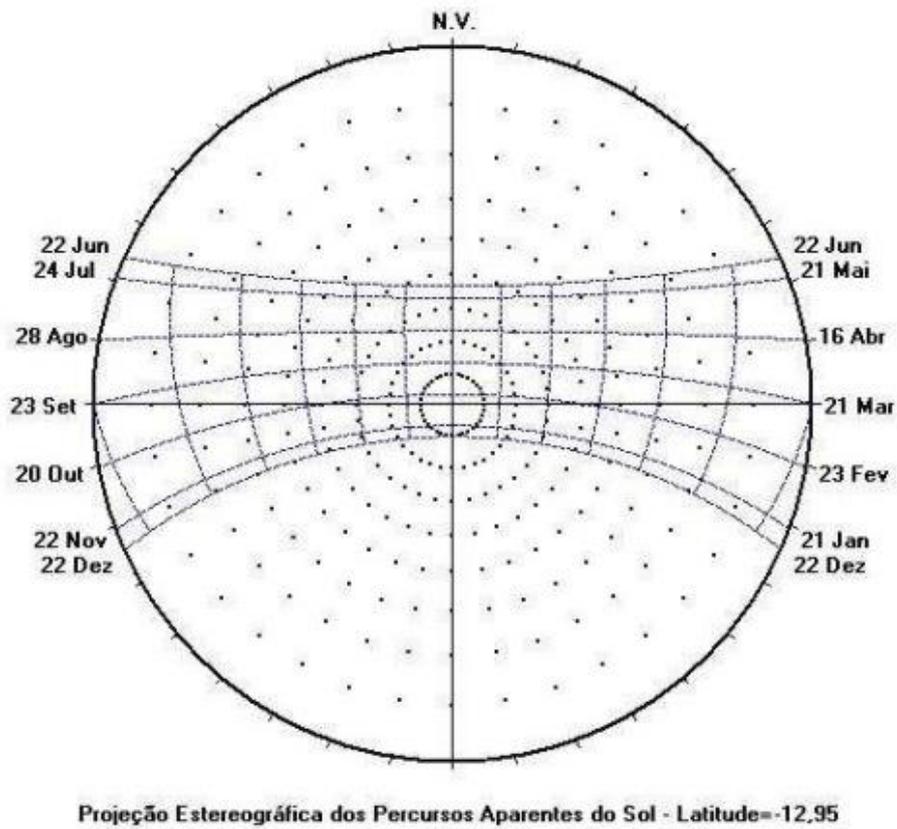
Fonte: Google Maps com edição do autor (adição da indicação do norte), 2023.

Figura 25. Carta solar com esquema de máscara de sombra na fachada SE da reitoria do IFBA.



Fonte: Rocha, 2013.

Figura 26. Carta solar de Salvador (Lat 12,95° S).



Fonte: Rocha, 2013.

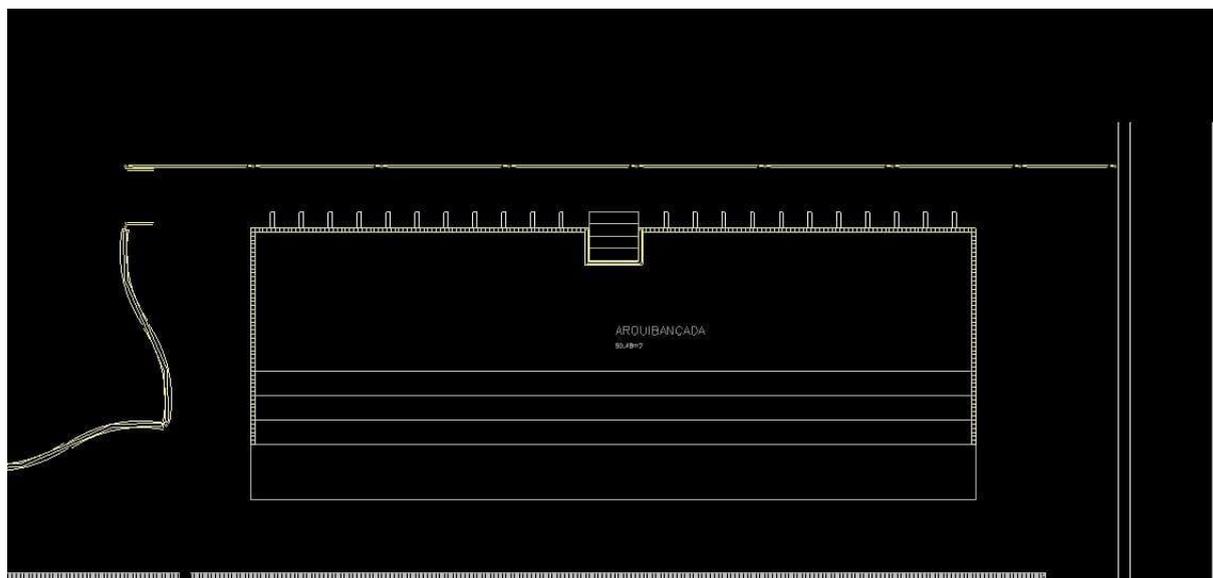
4 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Observando-se a situação explicitada no estudo de caso, assim como as dimensões do objeto de estudo deste trabalho, a piscina da reitoria do IFBA, a qual possui uma dimensão de 312,50m², ou seja, uma piscina de porte considerável, este fator aliado ao fato de que se existe, no campus, tanto a presença de painéis fotovoltaicos,, assim como uma infraestrutura para a instalação de um sistema secundário de aquecimento de água da piscina em períodos sem a incidência solar necessária, havendo a possibilidade de ser um sistema elétrico aproveitando-se o uso dos painéis fotovoltaicos, assim como um sistema a gás considerando o porte da piscina.

Desta forma, buscando-se manter a temperatura da água da piscina na temperatura de 28°C, conforme exercitado na ABNT NBR 10339/2018, torna-se essencial a adoção de um sistema de SAS com o uso de coletores solares planos abertos, assim como o uso de um sistema secundário conforme explicitado.

O ambiente da piscina possui uma arquibancada coberta com o tamanho de 90,48m² conforme mostrado na Figura 27, assim como uma extensa cobertura de metal conforme explicitado na Figura 28.

Figura 27. Planta superior da arquibancada.



Fonte: DEPLO-IFBA,2023.

Figura 28. Arquibancada da piscina da reitoria do IFBA.



Fonte: O autor, 2023.

Esta cobertura de metal da arquibancada, demonstrada na figura 28, avaliando-se todos os critérios, desde a distância entre os coletores solares até a casa de bombas, à exposição solar diária, devido ao seu posicionamento exatamente em local com incidência de radiação solar durante o dia (Rocha, 2013).

Desta forma, a cobertura da arquibancada prova-se como um ponto excelente para a implementação dos coletores solares, devendo-se observar determinados critérios, dentre os quais, a sustentação do peso dos coletores e seus equipamentos proporcionando a implementação do SAS com todos os critérios de segurança, normas e regulamentação atendidos, ainda mais se considerando que esta é justamente uma área destinada a receber o público em geral durante competições e eventos relacionados a piscina.

Outro possível local para a implementação do sistema de coletores solares é a edificação imediata à arquibancada, conforme pode-se observar na Figuras 23 e 24 que se encontra com condições similares à encontrada na arquibancada, como a ausência de sombra. Conforme observado nas cartas solares evidenciadas nas Figuras 25 e 26 e ainda encontra-se em relativa distância da casa de bombas e a todo o sistema, sendo possível, a instalação de coletores solares em ambos os espaços.

Juntos aos coletores, torna-se possível a instalação de todo o sistema de circulação do fluido de trabalho e a sua ampla integração ao sistema de circulação de água já instalado na piscina, devendo-se observar se o atual sistema suporta tal aplicação e identificar os ajustes

necessários para tal, uma bomba destinada ao sistema de aquecimento de água deve ser amplamente alocada para tal, promovendo a ampla circulação da água.

4.1. Dimensionamento de coletores solares.

Para o dimensionamento da quantidade de coletores solares a ser utilizado no sistema, normalmente grande maioria dos fabricantes indicam, em seus manuais, métrica de 1m² de coletor solar para 1m² de piscina de forma geral, porém, a fim de obter-se um cálculo mais preciso, e por consequência, obter-se uma maior economia no número de coletores necessários *de facto* no sistema, para tal, leva-se em consideração a temperatura média da cidade alvo do trabalho, ou seja, a temperatura de Salvador-BA, a qual, observando-se boletins do INMET, se localiza em torno de 26°C, com tal informação, é possível determinar o fator em 0,8, conforme indicado na Figura 29 e considerando as temperaturas indicadas na ABNT NBR 10339/2018, indicando uma temperatura ideal da piscina de 28°C.

Figura 29. Fator de correção.

Coeficiente por região				
Temperatura desejada	Muito Quente	Temperada	Fria	Muito Fria
28°C a 30°C	0,80 m ²	1,00 m ²	1,10 m ²	1,30 m ²
30°C a 32°C	0,90 m ²	1,10 m ²	1,20 m ²	1,50 m ²
32°C a 34°C	1,20 m ²	1,40 m ²	1,50 m ²	1,70 m ²

Fonte: Pereira, 2019.

Tomando em consideração os dados acima, aplica-se a fórmula explicitada na figura 30, onde se há a multiplicação da área da piscina, 312,50m² no caso deste projeto, com o coeficiente de correção, 0,8 de acordo com a tabela 1, e prosseguir com a divisão do resultado desta operação pela área do coletor utilizado, para os fins deste trabalho, será utilizado a PP Flex 3 HELIOTEK, cujas especificações técnicas se encontram na Figura 31, conta com 0,99 m² de área, portanto, 312,50 x 0,8/0,99 resulta em 252,5, ou seja, efetivamente 256 coletores são necessários para o aquecimento da piscina.

Figura 30. Fórmula para dimensionamento da quantidade de coletores solares.

$$[\text{Quantidade de coletores}] = \frac{\text{Área da piscina} \times \text{Coeficiente de correção}}{\text{Área do coletor utilizado}}$$

Fonte: Pereira, 2019.

Figura 31. Especificações técnicas PP Flex 3 HELIOTEK.

Características	PP Flex 2	PP Flex 3
Prod. média mensal de energia por coletor kWh/mês	66	99
Prod. média mensal de energia kWh/mês.m ²	100	100
Eficiência [%]	76	76
Pressão de trabalho [mca]	Até 10	Até 10
Vazão recomendada por m ² [l/h]	220 a 250	220 a 250
Dimensões A x L [mm]	2000 x 330	3000 x 330
Área total [m ²]	0,66	0,99
Peso sem água [Kg]	1,35	2,23
Qtd. máx. de coletores por bateria	20	20
Classificações INMETRO	A	A
Número de registro	000181/2018	000181/2018
Código do produto	8732401120	8732401121

Fonte: Heliotek, 2023.

Em pesquisa realizada no dia 7 de outubro de 2023, via internet, obteve-se resultados os quais evidenciaram que o preço de um coletor solar PP Flex 3 HELIOTEK se encontra em torno de R\$ 140,00, levando em conta o uso de 256 coletores solares, identifica-se o preço de aquisição em R\$ 35.840,00 conforme a Figura 32 sendo necessário considerar que ainda existe o custo relativo à instalação, a mão de obra e outros custos os quais devem ser levados em conta.

Figura 32. Tabela de Preço.

Nome do produto	Quant.	Val. Unitário	Val. Total
PP Flex 3 HELIOTEK	246	R\$ 140,00	R\$ 35.840,00

Fonte: O autor, 2023.

O modelo em questão foi selecionado pelo autor utilizando-se de critérios como a qualidade dos coletores solares, a durabilidade e a eficiência do mesmo dentro do sistema, uma vez que o IFBA é uma instituição pública, envolve-se, dentro do processo de seleção, a dificuldade de uma manutenção regular acarretada por uma miríade de fatores, desde a burocracia associada, necessidade de abertura de editais, processos de seleção, o tempo de duração de todos estes fatores, são importantes dentro do processo decisório do modelo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A piscina da Reitoria do IFBA foi construída em data indefinida, apenas sabendo-se que foi durante a época em que ali existia o Colégio Marista. Não há informações sobre o processo construtivo, assim como peças gráficas e histórico anterior da edificação, sendo esta uma situação em particular a qual tem despertado na gestão do IFBA pelos esforços internos para o cadastramento e reforma geral do equipamento pela da DEPLO.

Portanto, uma vez que se haja a ampla reforma do local, assim como a liberação do local para o uso da comunidade interna e externa do IFBA, torna-se adequada a instalação do sistema de aquecimento solar (SAS) na piscina do IFBA, de forma a manter a temperatura da água conforme o requisitado em norma técnica, tornando-a apta a realização de aulas e cursos assim como eventos e competições com o uso da piscina, proporcionando um equipamento a serviço do IFBA e de sua comunidade.

Observando-se, ainda, a localização da piscina junto à fachada Sudeste, que não recebe incidência das sombras causadas por edifícios vizinhos, e considerando a constante incidência de radiação solar em Salvador, a piscina encontra-se posicionada para o recebimento de radiação solar durante o dia, estando em uma posição privilegiada para tal.

Os custos acima detalhados refere-se ao custo de aquisição dos coletores, sendo necessário realizar todo um dimensionamento observando-se as condições pós-reforma da piscina, assim como outros fatores como o cálculo estrutural da arquibancada para suportar-se o peso total de todo o equipamento.

Evidencia-se também a necessidade de um sistema complementar devido a natureza dos coletores solares, a adoção dos sistemas complementares permitiria uma maior eficiência do sistema assim como a manutenção das condições durante o período com a ausência de luz solar, permitindo o uso da piscina com as condições propostas durante este período.

Portanto, com uma reforma da piscina com a integração de um sistema de aquecimento secundário com o objetivo de complementar o aquecimento da piscina, vislumbra-se uma boa perspectiva para o uso amplo deste equipamento público, permitindo conforto e segurança, dentro das normas técnicas, para os seus usuários.

REFERÊNCIAS

- Andreoni, M. (2013), Chuveiro elétrico torna energia mais onerosa para todos <https://oglobo.globo.com/saude/ciencia/revista-amanha/chuveiro-eletrico-torna-energia-mais-onerosa-para-todos-8969662> (Acesso em 27 de agosto de 2023).
- Brasil, NBR 10339: Piscina- Projeto, execução e manutenção. Rio de Janeiro, p. 24. 2002.
- Bezerra, F.D. (2021) Energia solar. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.174, jul. 2021. (Caderno Setorial Etene) <https://bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/834>.
- da Rosa, F. N., Manea, T. F., & Krenzinger, A. (2016). Estudo comparativo da utilização de coletores solares planos e tubulares para aquecimento de água. *Revista Brasileira De Energia Solar*, 4(2). <https://doi.org/10.59627/rbens.2013v4i2.100>.
- Ferreira, Dalton da Silva. Aquecimento de piscinas com coletor solar de placa plana aberta. 2018. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Granddo Norte, Natal, 2018.
- Gonçalves, Pedro Miguel Ferreira, (2021) Retiros de ioga: influência na qualidade do sono, ansiedade, pressão arterial e glicémia Dissertação (Mestrado) - Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Desportos de Rio Maior, 2021 <http://hdl.handle.net/10400.15/4219>.
- Gomes, A. C., Matos, V. S., Wanderley, V. D. S. A., Gonçalves, G. B., Cortes, L. R. C., & Soriano, F. R. (2019). Análise do potencial de geração fotovoltaica no estado da Bahia. *Research, Society and Development* 11 (5), e32111528240-e32111528240, 2022
- Nunes, Samanta; Miyuki Tamura, Bhertha Revisão histórica das águas termais *Surgical & Cosmetic Dermatology*, vol. 4, núm. 3, 2012, pp. 252-258 Sociedade Brasileira de Dermatologia.
- Marques, R. C., Krauter, S. C. W., & de Lima, L. C. (2010). Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro. *Revista Tecnologia*, 30(2). <https://ojs.unifor.br/tec/article/view/1049>
- Starke, A.R. (2013) UMA ANÁLISE DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE PISCINAS DOMÉSTICAS ATRAVÉS DE BOMBAS DE CALOR ASSISTIDAS POR ENERGIA SOLAR, Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2013 <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106981>

- Reis, R.V.M. (2012). Análise experimental comparativa entre uma bomba de calor e uma resistência elétrica como dispositivo de apoio de energia para um aquecedor solar de água
<http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8YHPE2>
<https://aactual.com.br/produtos/coletor-solar/> (Acesso em 28/11/2023)
<https://apaixonadosporhistoria.com.br/artigo/234/as-termas-romanas> (acesso em 28/11/2023)
<http://www.cultura.ba.gov.br/2019/04/16375/Predio-do-Colegio-Marista-e-tombado-pelo-Ipac-em-Salvador.html> (Acesso em 28/11/2023)
<https://www.foton.eco.br/artigo/noticias/bahia-sai-na-frente-e-elabora-projeto-de-mapeamento-para-producao-de-energia-solar-no-estado?pag=artigo/noticias/bahia-sai-na-frente-e-elabora-projeto-de-mapeamento-para-producao-de-energia-solar-no-estado> (Acesso em 28/11/2023)
<https://portal.ifba.edu.br/reitoria> (Acesso em 09/10/2023)
<https://www.heliotek.com.br/para-casa/aquecedor-solar-para-piscina/ppflex> (acesso em 06/11/2023)
<https://www.komeco.com.br/coletor-solar-tubo-a-vacu-acoplado/> (Acesso em 28/11/2023)
https://webmedia.org.br/2018/fachada-reitoria_ifba_crop/ (Acesso em 12/10/2013)
<https://wgsol.com.br/duvidas-sobre-aquecimento-solar-parte-1/> (Acesso em 31/10/2023)
- Lafay, J. M. S. (2005). Análise Energética de Sistemas de Aquecimento de Água com Energia Solar e Gás. Tese de Doutorado. PROMEC/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil
- Mogawer, Tamer and SOUZA, Teófilo Miguel de. Sistema solar de aquecimento de água para residências populares.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. Proceedings online... Available from:<http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022004000200050&lng=en&nrm=abn, >. Access on: 17 Sep. 2023.
- Moura, E. (2023) Mercado nordestino atrai investimentos em energia solar
<https://www.portalsolar.com.br/noticias/negocios/empresas/mercado-nordestino-atrai-investimentos-em-energia-solar> (acesso em 26 de agosto de 2023)
- Perreira, Raviel Lima. Análise técnica e de custos de coletores solares para aquecimento da piscina de uso controlado do IEFES – UFC. 2019. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energias Renováveis)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

Rocha, Aline dos Santos. Adaptation of the former Marist School's building to the headquarters of the Ifba's Rectory. 135f. il. 2013. Thesis (MA) – Programa de PósGraduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

Sodré, Dilton. Construção e análise de desempenho de um sistema de aquecimento solar de água utilizando placa de policarbonato como superfície absorvedora. 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/15627> (Acesso em 17 Set.2023)

Stefanelli, Anderson Thiago Pontes. Estudo comparativo de coletores solares sem cobertura utilizados para aquecimento de piscinas. 2013.

<http://hdl.handle.net/11449/91726>