

Economia e sustentabilidade na construção de casas contêiner com uso de placas fotovoltaicas

Economy and sustainability in the construction of container houses with photovoltaic panels

Giulia Ramos de Aguiar^{1*}, Marcelo O'Donnell Krause¹, Felipe José Estrela Marinho¹, Ittana de Oliveira Lins¹

RESUMO

A utilização de contêineres na construção civil já conta com algumas décadas de história. Suas vantagens são inúmeras e constam, desde redução no custo total da obra, pela não utilização de materiais de grande volume no orçamento de uma construção convencional, até redução significativa de resíduos, inclusive decorrentes do desperdício desses mesmos materiais. Com a sustentabilidade cada vez mais em pauta na sociedade contemporânea, a escolha de métodos construtivos mais “limpos” é de grande importância e rentabilidade. Somando isso à utilização de sistemas de eficiência energética as vantagens são multiplicadas e beneficiam clientes, engenheiros e o meio ambiente. O objetivo desse trabalho é discutir construções em contêiner com utilização de placas fotovoltaicas e como é vantajoso ao morador, enfatizando a análise econômica e sustentável desse método construtivo ainda aplicando técnicas para a melhoria da eficiência energética. O estudo foi realizado a partir de pesquisa bibliográfica, além de feito um estudo do custo-benefício da instalação de painéis solares em uma residência e quão econômico esse investimento se tornaria.

Palavras-chave: Contêiner; Eficiência energética; Isolamento termoacústico; Placas Fotovoltaicas.

ABSTRACT

The use of containers in civil construction already has a few decades of history. Its advantages are numerous and include, from having a reduction in the total cost of the building by not using materials that occupy a large amount in the budget of a conventional construction, as having a significant reduction of rubbish, resulting from the waste of these same materials. With sustainability increasingly on the agenda in contemporary society, the choice of cleaner construction methods is of great importance and profitability. Adding this to the use of energy efficiency systems the benefits are multiplied and there are advantages for clients, engineers and the environment. The objective of this work is to discuss container constructions using photovoltaic panels and how this can be advantageous to the resident, emphasizing the economic and sustainable analysis of this constructive method and applying techniques to improve energy efficiency. This paper was carried out from bibliographical research in addition to having been done a study of the cost-benefit of installing solar panels in a residence and how economical this investment would become.

Keywords: Container. Energy efficiency. Thermal insulation. Photovoltaic Panels.

¹ Centro de Ensino Superior de Ilhéus – Faculdade de Ilhéus
*E-mail: giuliaramos.eng@gmail.com

INTRODUÇÃO

A eficiência energética nas edificações residenciais é uma questão amplamente discutida e ganhou ainda mais espaço devido ao aumento do tempo passado em casa durante o período de pandemia. Como foi maior o tempo permanecido na residência, também se elevou a utilização de energia, interferindo diretamente no planejamento financeiro do consumidor. Além disso, é um problema ambiental, com o passar do tempo a escassez de água potável será inevitável caso os recursos hídricos sejam usados de maneira irresponsável. Isso afetará não só o consumo de água como a distribuição de energia elétrica, tendo em vista que segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2022) a matriz energética brasileira é composta em sua maioria pelas hidrelétricas, contando em 2022 com 56,8% da oferta interna de energia elétrica.

A eficiência energética entra exatamente nesse ponto. De acordo com Seixas (2020), “[...] precisamos gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais, ou seja, obter o mesmo serviço com menos energia.”. Portanto, buscar soluções energéticas que atendam a demanda do crescimento populacional é o que tratamos como eficiência energética, onde os recursos naturais são usados da melhor maneira possível. Atrelando o consumo consciente de energia à utilização de tecnologias como placas fotovoltaicas, é assegurado ao indivíduo além da economia na conta de luz, a contribuição com o meio ambiente, prezando pela sustentabilidade.

Desse modo, se aplicarmos meios de atingir a eficiência energética em uma edificação com um método construtivo sustentável, os benefícios são duplicados para o morador e para o meio ambiente. Uma forma de alcançar tal objetivo é com a utilização de contêineres na construção de residências, esse material pode ser utilizado para transportar cargas por 10 anos e posteriormente é comum ser largado nos portos, sendo uma grande questão para cidades portuárias que ficam com essas peças amontoadas ocupando muito espaço. Tanto os portos, os quais estão servindo de depósito, quanto o próprio contêiner, podem ser direcionados para outras utilizações, o contêiner como geralmente ainda está em bom estado após esse período é passível de realocação, por exemplo, para a construção civil. (MILANEZE et al., 2012).

De acordo com Guedes e Buoro (2015), além de oferecer eficiência e rapidez na execução da obra, esse método construtivo reduz a quantidade de resíduos sólidos produzidos – quando comparado a uma construção convencional de alvenaria. O que é uma grande vantagem visto que segundo Marques Neto (2005) o setor da construção civil

sozinho é responsável por cerca de 51% a 70% dos resíduos sólidos gerados no Brasil (apud. CARDOSO GALATTO e GUADAGNIN, 2014).

É importante salientar que diversos processos devem ser feitos no contêiner antes que o mesmo possa ser utilizado como moradia, sendo o isolamento termoacústico um dos exemplos mais relevantes, segundo Olivares (2014) o contêiner é produzido com chapas de aço Corten – o qual é um ótimo condutor – para que não haja incômodo ao viver nessa habitação, é necessário que seja direcionada muita atenção a esse processo, já que o material sozinho não possui um bom isolamento térmico para proporcionar conforto aos moradores.

O presente artigo tem como objetivo discutir as vantagens da construção em contêiner aliada à utilização de placas fotovoltaicas. Com ênfase na análise da economia e sustentabilidade decorrente da construção em contêiner quando comparada com a construção convencional em alvenaria, como melhorar a eficiência energética da construção a partir do isolamento termoacústico e analisar o custo-benefício do uso de placas fotovoltaicas numa residência unifamiliar.

A pesquisa foi de cunho exploratório e seguiu o processamento qualitativo dos dados. A partir de pesquisas bibliográficas foi possível abordar e discutir diversas facetas acerca dos temas propostos. Além da realização de uma simulação no site da empresa NeoSolar para analisar a viabilidade da instalação de placas fotovoltaicas em um projeto hipotético de casa contêiner para proporcionar uma noção mais realista de custos e a análise e discussão dos resultados obtidos em ambas as fontes.

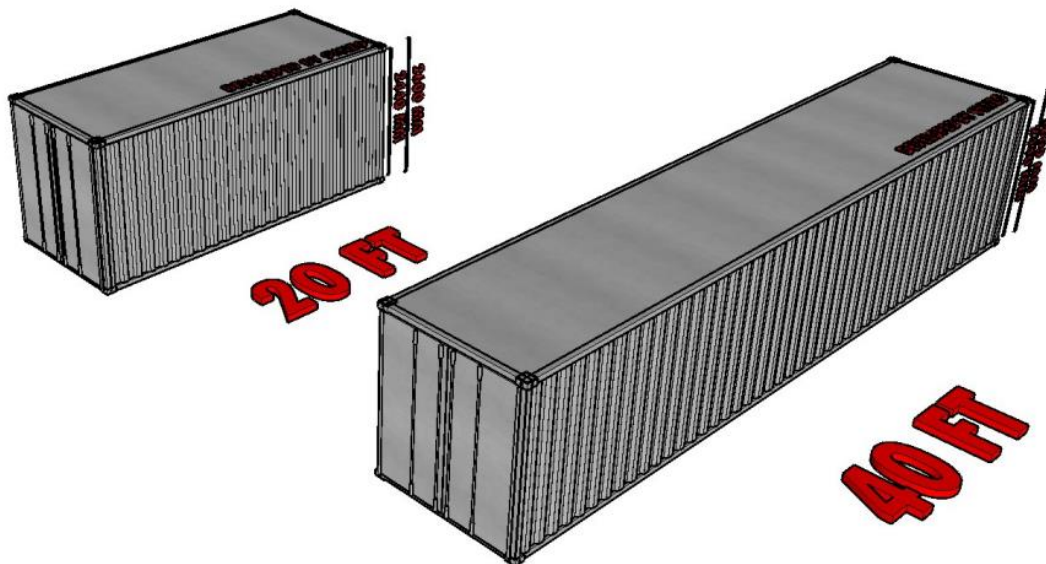
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Descrição e curiosidades sobre Contêineres

Contêineres são estruturas metálicas com chapas capazes de resistir a condições difíceis e grandes forças impostas neles, sendo constituídas de metais não biodegradáveis. O seu principal valor comercial é transportar um grande volume de cargas, tanto em navios quanto em trens, de forma a ter um maior aproveitamento do espaço, visto que suas dimensões são normatizadas internacionalmente para que haja um padrão inclusive nos transportes que os levam. Sua vida útil é em torno de 10 anos, devido à regulamentação e, após esse período, os contêineres são esquecidos nos pátios portuários, onde ficam sem utilização (BARBOSA et al., 2017).

Segundo Guedes e Buoro (2015), os modelos comerciais de contêineres têm suas dimensões normatizadas pela International Organization for Standardization (ISO 668:2013) e os modelos mais usados na construção são os high cube de 20 e 40 pés, podendo também ser utilizado o modelo Dry Standard. Os de 20 pés têm dimensões de 2,438 metros de largura e 6,058 metros de comprimento, resistindo a até 21,78 toneladas, já o contêiner de 40 pés possui 2,35 metros de largura e 12,03 metros de comprimento - o dobro do de 20 pés, o que pode ser visualizado na figura 1 - resistindo a até 28,80 toneladas. A diferença entre os modelos standard e high cube, que garante a vantagem ao segundo quando para utilização em construções, é que enquanto o primeiro possui uma altura de 2,591 m, o high cube conta com 2,896 m de altura, sendo mais confortável para moradia (GRUPO IRS, 2022).

Figura 1: Comparação entre o contêiner *Dry Standard* de 20' e de 40'



Fonte: 3D Warehouse, SketchUp (2022)

Segundo Robinson e Swindells (2012), os contêineres de carga começaram a ser considerados para utilização na construção civil quando alguns arquitetos perceberam a semelhança entre as cidades portuárias em que ficam depositados os contêineres e uma vizinhança comum, levantando o questionamento de que isso fosse viável.

Isolamento termoacústico

A casa contêiner pode ser construída nas mais diversas áreas do país pelo seu caráter adaptável, resistindo desde os climas mais frios aos mais quentes, havendo necessidade do isolamento térmico em ambas as situações já que em territórios com alta

temperatura o desconforto no ambiente interno do módulo seria muito alto e nos locais mais frios haveria muita dificuldade em reter o calor interno da edificação.

Milaneze et al. (2012), afirma que devido à variação de carga que pode ser carregada por um contêiner e dos materiais químicos utilizados em sua limpeza e manutenção, pode ter havido contaminação de seu interior e estar em situação não adequada a moradia, quando é adquirido. Logo, é necessário que seja feito uma série de processos de limpeza e troca de revestimentos para eliminar os riscos aos futuros moradores da residência. Além desses tratamentos, o isolamento termoacústico é muito importante para o conforto interno do contêiner, já que o aço Corten do qual o contêiner é produzido é um ótimo condutor térmico.

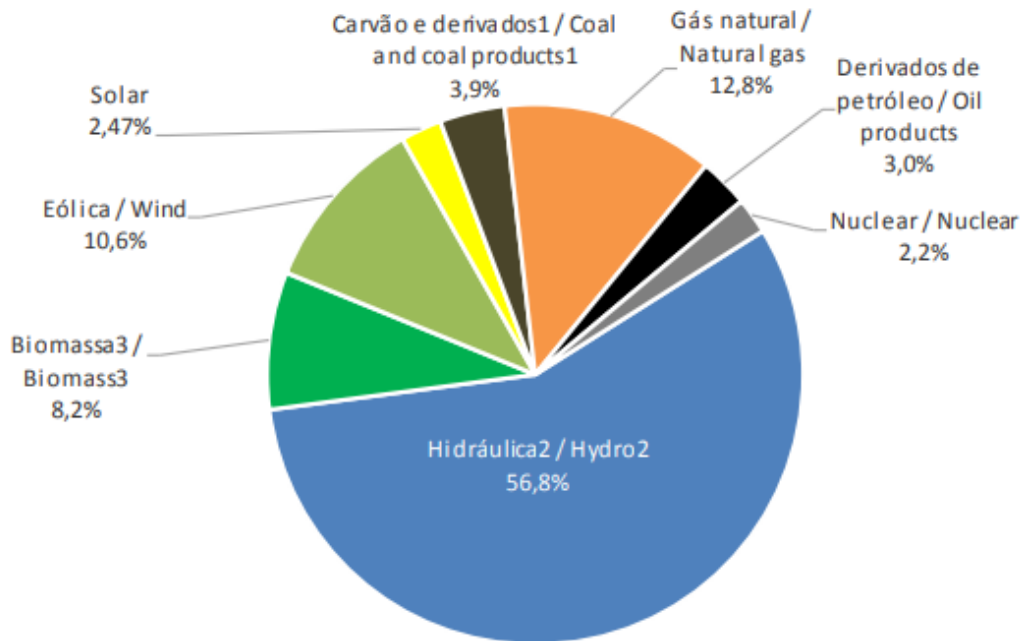
Há duas possibilidades para os processos de isolamento, interno ou externo. Já que o espaço interior de um contêiner é reduzido, medindo aproximadamente 2,43 metros de largura, o máximo possível para a espessura do material isolante seria de 10cm, o isolamento interno é mais barato, porém, menos eficiente. Em contrapartida, se for executado o isolamento termoacústico na parte externa do contêiner, consegue fazer ele de forma mais eficiente, visto que a espessura do revestimento tem em média de 10 a 30cm. Essa decisão também depende, além das características do clima local, da parte estética, visto que um isolamento externo iria “esconder” as características visuais principais de um contêiner, enquanto o interno as preservaria (OCCHI, ALMEIDA e ROMANINI, 2014).

Energia Solar

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) no Balanço Energético Nacional (BEN) de 2022 – considerando dados de 2021 – a fonte de energia mais utilizada no Brasil é a hidrelétrica, contando com 56,8% de toda a oferta interna de energia, como podemos observar no gráfico 1. As três colocações seguintes, gás natural, energia eólica e biomassa somam juntas 31,6% sendo, ainda, mais de 25% a menos do que a primeira.

A energia solar possui apenas 2,47% dessa oferta, porém, segundo Krause (2022) “O uso da energia proveniente do Sol é uma alternativa de grande relevância ambiental, econômica e social para o desenvolvimento sustentável, e uma das tendências de uso em larga escala de energia limpa num futuro próximo.”. Logo mesmo que essa porcentagem seja irrisória atualmente a tendência é que haja um aumento exponencial na utilização dessa fonte de energia visto que, ainda de acordo com Krause (2022), considerando o tempo de vida do ser humano o sol é uma fonte inesgotável de energia.

Gráfico 1: Oferta Interna de Energia Elétrica por fonte



Notas / Notes:

1. Inclui gás de coqueria / Includes coke oven gas

2. Inclui importação de eletricidade / Includes electricity imports

3. Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações / Includes firewood, sugarcane bagasse, black-liquor and other primary sources

Fonte: BEN (2022)

A energia solar é captada por meio de painéis solares que recebem a incidência da radiação em sua extensão e transforma em energia elétrica, dependendo do rendimento dos painéis. Há alguns modelos de módulos que variam de acordo com a necessidade do consumidor. Na figura 2 é possível observar a estrutura de um módulo fotovoltaico com suas partes essenciais. (WEBER, 2019)

Figura 2: Estrutura módulo fotovoltaico



Fonte: FONTES, RUY (2018) apud WEBER (2019)

Há, também, a possibilidade da geração de energia solar on-grid ou off-grid. No sistema on-grid há conexão com a concessionária de rede elétrica, logo a produção de energia excedente é transferida para a concessionária contando como desconto para os momentos em que é necessária a utilização da energia elétrica vinda desta conexão. Já no sistema off-grid não há essa ligação, a energia produzida pelas placas fotovoltaicas é armazenada em baterias, o que torna o custo da instalação mais elevado. (SOUSA, 2022)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Contêineres de carga têm sido utilizados na área da construção civil nas últimas décadas por apresentarem um meio construtivo sustentável, rápido e mais barato, proporcionando redução na produção de resíduos e de recursos financeiros que podem ser mais bem aproveitados nos sistemas de eficiência energética, como as placas fotovoltaicas, que trarão, além da minimização de custos futuros, um método limpo e sustentável de produção energética.

As vantagens da construção modular

A construção com contêiner tem inúmeras vantagens, seja financeiramente ou ambientalmente. Segundo Barbosa et al. (2017), esse método construtivo proporciona eficiência e rapidez, já que a execução de uma residência de apenas um módulo pode ser feita em até três meses, além de seu custo acessível proporcionar uma economia de cerca de 30% no valor total da construção, quando comparada ao custo de uma convencional. Pode-se exaltar também o caráter adaptável desse tipo de construção, tanto módulos já concluídos podem ser movidos como é possível a adição de novos quando houver disponibilidade financeira ou necessidade do morador, seja durante ou após a obra.

Outras vantagens desse tipo de edificação é a facilidade para adquirir sua matéria-prima, já que é possível encontrar os contêineres utilizados em todo o mundo; a resistência da sua estrutura já que são desenvolvidos para resistir ao ambiente marítimo, possibilitando, inclusive, o empilhamento de até 8 unidades sem prejudicar a capacidade e segurança deles (considerando contêineres em que não foram feitas grandes aberturas). Além de promover a redução na geração de resíduos sólidos por não utilizar alguns dos materiais que mais resultam nesse descarte, como bloco cerâmico, ferragens, brita, areia, cimento, entre outros (NUNES e JUNIOR, 2017).

Os contêineres começaram a ser utilizados de maneira simples, com módulos únicos e instalações, geralmente, comerciais. Isso é possível ser observado na figura 2, a

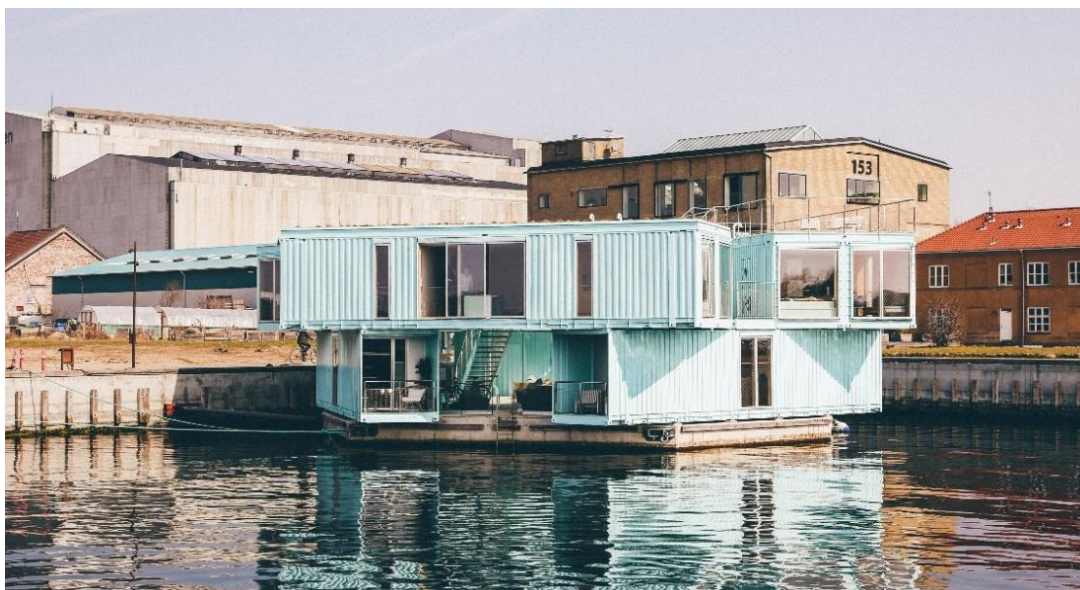
loja de xerox está instalada em um contêiner de 20 pés com o acréscimo externo apenas de um telhado elevado para melhora do conforto térmico ambiente. Mas esse método construtivo também pôde ser utilizado em construções mais elaboradas como pode-se observar na figura 3 em que foram utilizados por volta de 9 contêineres criando uma ótima estética e uma residência de aproximadamente 260m² somente de área interna (9 contêineres de 40 pés). A utilização de contêineres é versátil e pode ir, então, desde uma simples loja de xerox à uma residência bem mais elaborada.

Figura 3: Imagem de uma loja de xerox instalada em um contêiner próximo ao Centro Universitário Tiradentes – em Alagoas



Fonte: SOUZA (2016) apud BARBOSA et al. (2017).

Figura 4: Residência construída com múltiplos contêineres



Fonte: Nick Karvounis / Unsplash, 2018.

A importância do isolamento termoacústico

O isolamento termoacústico é de grande importância para a eficiência energética de uma construção em contêiner já que evita ou mitiga a necessidade de climatização ambiente, seja para aquecimento ou resfriamento, auxiliando o ambiente a promover conforto independente do clima externo à residência. A arborização em torno do contêiner também é uma estratégia de garantir conforto climático, principalmente em locais mais quentes. Ao se aumentar a vegetação externa a temperatura se ameniza.

Segundo Lopes, Loiola e Sampaio (2016) o isolamento termoacústico da construção precisa ser estudado e apresentado em projeto já que as instalações residenciais são encaixadas nas paredes e precisam que o isolamento se adeque a elas. Guedes e Buoro (2015) afirmam que é possível que o isolamento seja confeccionado com diversos materiais como EPS (Poliestireno Expandido), lã de rocha, lã de vidro ou lã de pet, porém na simulação feita para “atestar a viabilidade da qualidade ambiental do uso de containers” foi escolhida a utilização de placas de EPS e *foam*, uma espuma feita a partir de poliuretano. Assim como Barbosa et al. (2017), que propõe a utilização do poliuretano exaltando suas propriedades resistentes a altas temperaturas e incêndios, alta densidade e uma espessura de 10cm, o que possibilita que seja utilizado como isolamento termoacústico interno e ainda oferece segurança ao morador. Além de também citar a lã de pet – proveniente do reuso de garrafas pet – que seria uma alternativa ainda mais sustentável para a construção.

Placas fotovoltaicas

De acordo com a pesquisa de Pasqualotto et al (2018), a utilização de energia solar supera em vantagens suas desvantagens. É uma fonte renovável, possui baixo custo recorrente e seu incentivo aumenta a variedade de fontes de energia do país, já que como vimos no gráfico 1 mais da metade de toda a oferta interna de energia elétrica está concentrada em somente um tipo de geração de energia. Logo, caso algo ocorra com esses sistemas, como a falta d'água ou algum outro imprevisto os prejuízos são de nível nacional e suprir essa necessidade em súbito se torna muito difícil.

Como pode ser observado no quadro 1 todas as fontes de energia possuem pontos positivos e negativos que são essenciais no momento de decisão entre tantas alternativas. A energia solar é uma energia limpa, que não agride o meio ambiente e de fonte inesgotável, porém sua viabilidade econômica pode ser um grande empecilho para quem está pretendendo aderir a essa tecnologia.

Quadro 1: Fontes de energia: vantagens/desvantagens

FONTE DE ENERGIA	VANTAGENS NO USO	DESVANTAGENS NO USO
Energia eólica	Limpa e sem gases	Muda a paisagem
Energia solar	Limpa e abundante	Viabilidade econômica
Energia das marés	Limpa	Tecnologia cara
Energia hidrelétrica	Limpa e baixo custo	Danos ambientais
Biomassa	Recursos renováveis	Uso de recursos hídricos

Fonte: KRAUSE (2022)

Pensando nisso, foi utilizada como ferramenta a calculadora solar disponibilizada pela empresa NeoSolar, para uma previsão do custo-benefício da instalação de placas solares. Os questionamentos do site e suas respectivas respostas estão inseridos no quadro 2. Foi considerada uma residência unifamiliar com 2 a 3 moradores localizada na cidade de Ilhéus-BA com acesso à rede elétrica, ou seja, fazendo a utilização do sistema on-grid e com um consumo médio de energia elétrica de 340 kwh/mês.

Quadro 2: Dados inseridos no simulador solar

<i>Dados inseridos no simulador solar</i>	
<i>Possui acesso à rede elétrica</i>	Sim
<i>Local da instalação</i>	Ilhéus - BA
<i>Tipo de Edificação</i>	Residencial
<i>Valor médio mensal da conta</i>	R\$306,00
<i>Consumo mensal estimado</i>	340 kWh

O simulador apresenta três panoramas para essa situação, o **investimento**, a **estimativa ambiental** e o **sistema indicado**.

Quanto ao investimento, ele aponta qual seria o custo inicial, que nessa simulação foi de R\$ 11.279,17 a R\$ 16.292,13, a princípio parece muito alto, mas também é apresentada a economia mensal na conta de luz, após implantação do sistema, equivalente a R\$261,00, bem como a economia total acumulada em 30 anos da instalação desse sistema que chegou a um montante de R\$ 294.880,75. Ainda é apresentada uma ilustração dessa situação e como a economia se torna exponencial com o passar do tempo, que podemos ver no gráfico 1.

É preciso considerar alguns reinvestimentos durante os anos já que segundo o Portal Solar, empresa nacional especializada em placas fotovoltaicas, é necessário que seja feita a manutenção das placas anualmente para que continuem com o funcionamento adequado por todo esse período. Porém esse valor não supera a economia calculada já que em média esse custo de manutenção equivale a 0,5% do custo inicial do sistema, ou seja, R\$60,00 a R\$80,00 anuais. Considerando as 29 manutenções no período de 30 anos o total gasto seria de R\$1.740,00 a R\$2.320,00, sendo por volta de 0,8% da economia decorrente do uso das placas nesse período.

Quanto a estimativa ambiental, o simulador apresenta algumas comparações sobre como a utilização dessas placas auxiliará na sustentabilidade do planeta com o passar do tempo. A estimativa apresentada com os dados do quadro 2 equivaleria à uma redução de gás carbônico na atmosfera de até 49.866 kg, 356 árvores plantadas e a até 454.720 km rodados de um carro a combustível fóssil.

Quanto ao sistema indicado, o resultado foi um sistema de 2,51 kWp (quilowatt-pico) com 9 módulos; uma produção anual estimada de 3.480 KWh; área necessária para a instalação de 17,55 m²; e um peso estimado de 238,12 kg. Considerando a área acima de um contêiner de 20 pés (2,59 m x 6,06 m) de 15,69m² é possível quase a instalação total acima do contêiner, faltando somente 1,85 m² de placa, considerando que serão utilizados 9 módulos de 1,95m² é possível a instalação de 8 módulos acima do contêiner e apenas um módulo em outro lugar, podendo ser feita uma elevação lateral para a continuidade e ainda ser utilizado como telhado da varanda frontal.

Gráfico 1: Simulação da economia na conta de luz em 30 anos com utilização de placas fotovoltaicas



Fonte: NeoSolar, 2022.

CONCLUSÃO

As casas contêineres têm ganhado seu espaço no mercado imobiliário brasileiro, por serem um sistema construtivo de baixo custo, sustentável, de fácil e rápida execução, não necessitando de mão de obra exclusivamente especializada para isso e proporcionando conforto ao morador ao serem corretamente projetadas e executadas.

O presente artigo teve como objetivo discutir as vantagens construtivas do contêiner em contraponto às construções de alvenaria, com instalação de placas fotovoltaicas. Destacando a economia e sustentabilidade desse método construtivo e da aplicação de sistemas de eficiência energética como as placas solares e a preocupação com o isolamento termoacústico do ambiente.

O isolamento termoacústico de uma residência é essencial para o conforto e saúde dos moradores. Como os contêineres são produzidos de um material condutor essa preocupação se multiplica e é necessário um estudo para a correta execução desse serviço. Um isolamento adequado proporciona economia com a conta de energia elétrica visto que mitiga a utilização de aparelhos de ar-condicionado ou aquecedores, grandes consumidores de energia de uma habitação.

A energia solar é uma grande aposta para os próximos anos por ser uma energia limpa, de baixo custo recorrente e com fonte inesgotável no tempo de vida humano. Pelo interesse com a sustentabilidade e com a economia de recursos e uma ótima alternativa aos combustíveis fósseis, por exemplo. Possui como desvantagem o alto investimento inicial que foi contraposto no decorrer do trabalho, em que foi apresentado que esse investimento é suprido em questão de anos e durante a vida-útil das placas a economia chega na casa das centenas de milhares.

A utilização de contêineres em alternativa à construção convencional reduz a geração de resíduos sólidos e diminui em até 30% o custo total da obra, sendo uma construção sustentável e econômica para o cliente. A utilização de placas fotovoltaicas é um dos grandes meios de eficiência energética em uma edificação e pode reduzir em até 85% do valor da conta de energia elétrica (antes de R\$306,00 com uma economia de R\$261,00) contabilizando em 30 anos uma economia de até R\$294 mil como pudemos ver no gráfico 1, considerando essa residência descrita com 2 a 3 moradores fixos da casa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo já sendo utilizados há algumas décadas os contêineres são métodos construtivos inovadores e de baixa aceitação pública. Muitos possuem preconceitos sobre morar em um local feito de metal ou em como aquele ambiente será quente e apertado. Porém, com o estudo e projeto de isolamento térmico e a análise do ambiente é possível escolher a melhor disposição de móveis e ambientes por parte dos arquitetos e essas questões são facilmente resolvidas.

Foi considerado durante o trabalho as placas fotovoltaicas acima dos contêineres, e, como foi possível perceber, é viável uma boa produção de energia acima de um único contêiner high cube de 20 pés. Porém como essas caixas ocupam pouco espaço ao utilizá-las em terrenos maiores também é possível dispor as placas em outras configurações como em postes elevados ou no próprio quintal.

Acredito que a economia e a sustentabilidade devem estar sempre presentes em toda e qualquer atuação do engenheiro civil já que a eficiência em todos os serviços é essencial – executar o melhor ao menor custo possível – e é uma área que por muito tempo negligenciou sua interferência no meio ambiente e que todos podemos sentir os impactos atualmente.

REFERÊNCIAS

- 3D Warehouse. SketchUp. Disponível em: <<https://3dwarehouse.sketchup.com/search/?q=container%2020%20ft%2040ft&searchTab=model>>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.
- BARBOSA, Gabryella de Oliveira; GALDINO, Laís Rayelle Nunes; SOUZA, Letícia Belarmino de, et al. **Container na construção civil: rapidez, eficiência e sustentabilidade**. Alagoas, novembro/2017.
- CARDOSO, Afrodite da Conceição Fabiana; GALATTO, Sérgio Luciano; GUADAGNIN, Mario Ricardo. **Estimativa de Geração de Resíduos da Construção Civil e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e Reciclagem**. Santa Catarina, março/2014.
- EPE [Empresa de Pesquisa Energética] **Balanco Energético Nacional (BEN) 2022**: Ano base 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>>. Acesso em 09 de novembro de 2022
- GRUPO IRS. **Containers**. Disponível em: < <https://www.grupoirs.com.br/containers/>> Acesso em: 06 de novembro de 2022.
- GUEDES, Rita; BUORO, Anarrita Bueno. **Reuso de containers marítimos na construção civil**. São Paulo - SP, agosto/2015.
- KARVOUNIS, Nick. Dinamarca, 2018. Disponível em: <<https://unsplash.com/photos/SmIM3m8f3Pw>>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.
- KRAUSE, M. O'Donnell. **O sol. Fonte de energia infinita**. Ilhéus - BA, 2022.
- LOPES, Geane Talia de Almeida; LOIOLA, Izadora Tonin; SAMPAIO, Ana Virgínia Carvalhaes de Faria. – **Arquitetura de container: Reutilização para construção civil**. São Paulo – SP, agosto de 2016.
- MILANEZE, G. L. Schindler; BIELSHOWSKY, Bernardo Brasil; BITTENCOURT, Luis Felipe et al. **A utilização de containers como alternativa de habitação social no município de Criciúma/SC**. Criciúma – SC, 2012
- NEOSOLAR. Site da Simulação: <https://www.neosolar.com.br/simulador-solar-calculadora-fotovoltaica>. Acesso em: 02 de novembro de 2022.
- NUNES, Matheus de Araújo; JUNIOR, Antônio da Silva Sobrinho. Utilização de contêineres na construção civil: Estudos de caso. João Pessoa – PB, julho/dezembro de 2017.
- OCCHI, Tailene; ALMEIDA, Caliane Christie Oliveira de; ROMANINI, Anicoli. **Reutilização de contêineres de armazenamento e transporte como espaços modulados na arquitetura**. Santa Maria – RS, novembro/2014.

OLIVARES, Alejo Andres Palma. **Sustainability in Prefabricated Architecture: A Comparative Life Cycle Analysis of Container Architecture for Residential Structures**. 2010. 250f. Tese (Mestrado em Arquitetura) – Victoria University of Wellington, Nova Zelândia, 2010.

PASQUALOTTO, Bruna; LAZZARI, Luciana Saete; BRANDALISE, Loreni Teresinha; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. **A utilização de placas fotovoltaicas como vantagem competitiva**. Braz. J. of Develop., Curitiba-PR, v. 5, n. 1, p. 46-66, jan. 2019.

ROBINSON, A.; SWINDELLS, T. (2012) **Customized Container Architecture**. In: ACSA Fall Conference 2012. Pp.64- 69

SEIXAS, Sergio da Silva. **Eficiência Energética**. Curitiba, 2020.

SISTEMA FOTOVOLTAICO: COMO FUNCIONA. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/tudo-sobre-a-manutencao-do-painel-solar>> Acesso em: 08 de novembro de 2022.

SOUSA, Júlio César Gentil de. **A viabilidade da energia fotovoltaica em residências de padrões médios**. Anápolis – GO, 2022.

WEBER, Luis Gustavo. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia: Estudo de caso**. Lages-SC, dezembro/2019.

Recebido em: 08/11/2022

Aprovado em: 10/12/2022

Publicado em: 15/12/2022