XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Uso da Energia Solar Associada à Automação Residencial e da energia tradicional: Estudo comparativo

Use of Solar Energy associated with Residential Automation and conventional energy: Comparative Study.

Ricardo Victal Moreira Leite
Senai CIMATEC | Salvador | Brasil | ricardo.leite@aln.senaicimatec.edu.br
André Reis Ribeiro
Senai CIMATEC | Salvador | Brasil | andre.r@aln.senaicimatec.edu.br
Gabriel Pinto Ribeiro Rocha
Senai CIMATEC | Salvador | Brasil | gabriel.r@aln.senaicimatec.edu.br
Igor Teixeira Cotrim Marques
Senai CIMATEC | Salvador | Brasil | igor.marques@aln.senaicimatec.edu.br
Bruno Leão de Brito
Senai CIMATEC | Salvador | Brasil | bruno.brito@fieb.org.br

Resumo
Uma boa escolha de matriz energética residencial tem grande importância. Na região da Baía de Todos os Santos a energia solar surge como principal alternativa à energia hidrelétrica. Neste trabalho, através de um estudo comparativo, foi estimado o valor de implantação e de consumo de energia em 20 anos em uma edificação residencial real para cada uma das matrizes citadas. A partir dessas, é notável que a adoção da matriz solar em conjunto automação é vantajosa, apresentando benefícios pronunciados em longo prazo, mesmo com custo inicial superior. Em trabalhos futuros, busca-se a análise ambiental e social da mudança energética estudada.

Palavras-chave: Matriz energética. Energia Solar. Energia Tradicional. Automação Residencial.

Abstract
A good choice of residential energy source is of great importance. Thus, in the Baía de Todos os Santos region, the solar energy is the main alternative to hydroelectric energy. In this work, through a comparative study, the value of installation and consumption of energy in twenty years in a residential building was estimated for each of the sources quoted. From these, it is notable that the adoption of the solar energy associated with automation is advantageous in the long term, even with a higher initial cost. Posteriorly, an environmental and social analysis of the studied energy change is sought.

Keywords: Energy source. Solar energy. Conventional Energy. Home automation.

Como citar:
LEITE, R et al. Uso da Energia Solar Associada à Automação Residencial e da Energia Tradicional: Estudo Comparativo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

INTRODUÇÃO

A utilização da energia solar residencial está se tornando cada vez mais acessível para os brasileiros [2]. Essa fonte energética é produzida a partir da captação dos raios solares feita por placas fotovoltaicas para o uso doméstico [3]. A principal vantagem dessa forma de produção energética está baseada na sua possibilidade de utilização de forma distribuída, promovendo o desenvolvimento social e econômico em todas as regiões e evitando gastos e impacto ambiental com linhas de transmissão [4].

Nesse cenário, o estado da Bahia tem potencial promissor de uso da energia solar na maioria do seu território, devido ao clima tropical e a elevada intensidade de radiação solar [5]. Entretanto, a região da Baía de Todos os Santos e o litoral tem potencial mediano em relação ao resto do estado [6], mas ainda, segundo os autores supracitados, esses dados são considerados promissores, visto que os menores índices do país são considerados altos quando comparados à índices de outras regiões. No entanto, no estado da Bahia, as usinas hidrelétricas são as responsáveis pela maior parte da produção de energia elétrica, cerca de 66% da energia produzida [7]. Vale salientar que, a energia hidrelétrica também é considerada uma energia limpa, e baseia-se na geração de energia a partir das rotações de turbinas pelo movimento da água represada em grandes lagos [8]. No Brasil, esta fonte de energia corresponde a cerca de 80% do fornecimento de energia elétrica [9], podendo assim ser considerada uma fonte convencional de obtenção de energia na região.

Em paralelo, a automatização se refere ao conjunto de processos que auxilia as atividades diárias dos seres humanos, podendo ser aplicada em vários campos. Entre eles, a automação voltada para o âmbito residencial está ganhando cada vez mais destaque e sendo cada vez mais aplicada [1]. O autor supracitado ainda afirma que os sistemas de casas inteligentes são considerados vantajosos, uma vez que reduzem a carga de trabalho, economizam energia elétrica, ajudam idosos, crianças e pessoas com deficiência, além de aumentar a segurança doméstica e laboral. No entanto, a automação residencial associada a energia solar tem sido pouco adotada na região, levantando o questionamento de quais seriam as vantagens financeiras da utilização da energia solar em conjunto com a automação residencial em comparação com o método convencional de geração e consumo de energia na região da Baía de Todos os Santos. Deste modo, o presente artigo visa comparar o custo de projeto e implantação bem como a economia ao longo dos vinte primeiros anos de uso, da energia elétrica solar associada à automação com a energia gerada pela matriz tradicional na região da Baía de Todos os Santos.

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

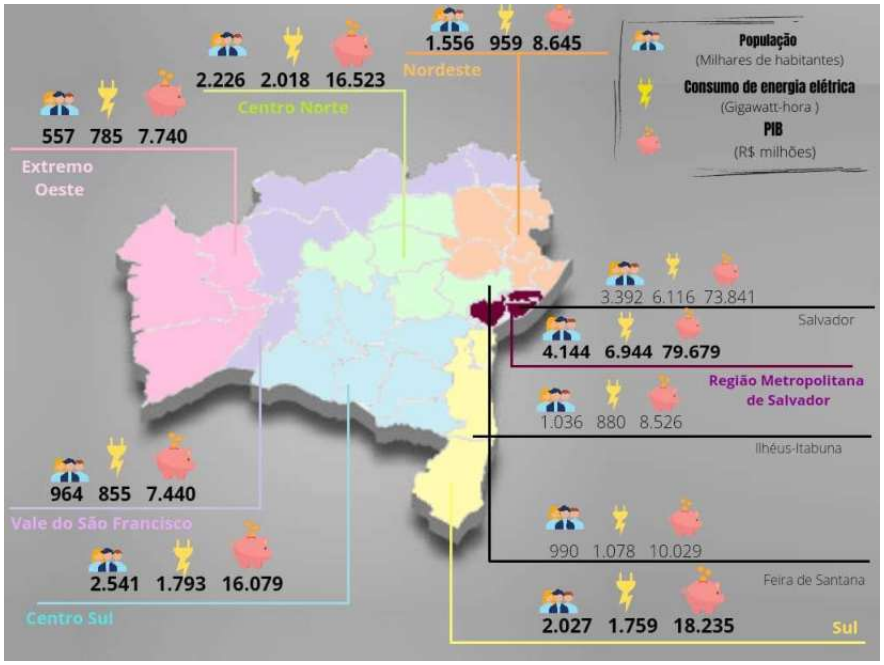
A automação residencial é um tema que tem grande relevância no cenário atual, [10][11][1][12] podendo ser entendida como o uso simultâneo da eletrônica, eletricidade e sistemas de informação no ambiente domiciliar, permitindo o seu controle e consequentemente aumentando o conforto, comodidade e segurança [12]. Em paralelo, Junior [10], define esta automação, também chamada de domótica, como sendo o conjunto de sistemas que oferecem gestão de energia, conforto e comunicação, podendo estar integrados por redes internas e externas, com ou sem fio.

Dentre o conjunto de possibilidades de automação residencial, Menezes [11] foca na possibilidade de se automatizar o chuveiro elétrico em conjunto com o aquecimento solar de água, economizando energia e água. Ademais, Sousa [1] foca seus estudos na automação do sistema de iluminação em laboratório, melhorando ainda mais a economia de energia inerente à essas lâmpadas. Os sistemas estudados por Menezes [11] e Sousa [1] mostram exemplos nos quais a automação é utilizada para melhorar a economia da energia elétrica, os quais quando associados à matriz solar potencializam a economia do usuário.

MATRIZES ENERGÉTICAS NA BAHIA

O estado da Bahia tem grande potencial para a produção de energia solar, devido ao clima tropical presente na região, que gera um alto índice de radiação solar, como descrito por [5]. Além disso, essa região tem como vantagem ser a mais populosa e a maior produtora de riqueza do estado, o que faz com que o cidadão comum tenha mais acesso à matriz solar bem como a automação [7][13], conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1: Infográfico do estado da Bahia mapeando a população, consumo energético e produto interno bruto.



Fonte: baseado em Atlas Eólico Bahia 2013

Segundo Imperial e Pereira [6], é notório que a área de maior incidência de radiação solar do estado da Bahia é a região central e extremo oeste. No entanto, a incidência da região da Baía de Todos os Santos apesar de ser considerada mediana em comparação com os índices brasileiros, sendo cerca de 5,5 kWh/m², ainda é superior a outros países que têm a energia solar como base da matriz energética.

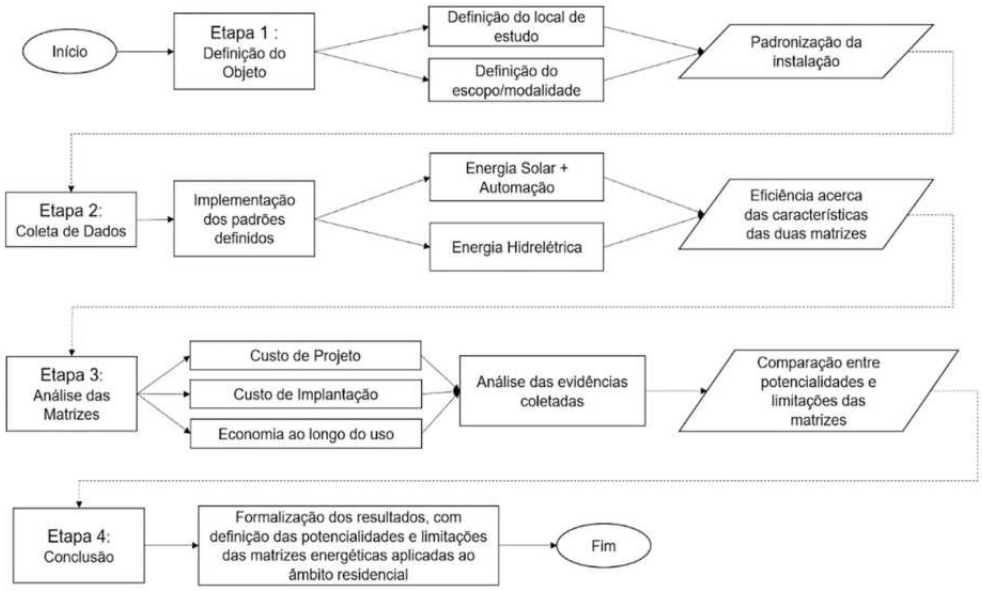
Importante salientar também que a região da Baía de Todos os Santos que inclui os municípios de Salvador e Simões Filho entre outros, tem outra característica importante para a relevância do presente estudo, ser a região com maior consumo energético do estado.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado como estratégia metodológica o estudo comparativo. Neste tipo de estudo, visa-se tecer conclusões a respeito do tema, baseado em verificar suas semelhanças e explicar as diferenças [14] através da padronização do cenário em que as simulações foram feitas.

Dessa forma, o desenvolvimento do estudo foi dividido em quatro etapas (Figura 2). A primeira destas baseou-se na definição das especificidades do cenário de estudo, especificando o lugar geográfico, Baía de Todos os Santos, e a tipologia de edificação estudada, a residencial.

Figura 2: Estrutura metodológica adotada.



Fonte: os autores

Desta maneira, a simulação foi feita em uma casa real em bairro residencial da região metropolitana de Salvador. Essa casa possui uma área de 500 m², que consome em média 843 kWh de energia elétrica por mês, com o valor médio de 800 reais por mês, baseado na fatura do consumo mensal de junho de 2020 até maio de 2021 analisado

pela concessionária. Além disso, a residência apresenta grande consumo de energia em climatização, iluminação e irrigação, além da necessidade da melhoria de persianas e equipamentos de áudio e vídeo, sendo esses os parâmetros utilizados como base para o projeto de automação e otimização do uso da energia elétrica.

Na segunda etapa, foram feitas as simulações dos estudos de caso, aplicando a matriz de energia solar associada a automação residencial e a manutenção do método atual de recebimento de energia elétrica oriunda da concessionária local. Para isso foi utilizado o cenário definido na primeira etapa para que fosse realizada a análise do custo de projeto e implantação, bem como da economia ao longo do ciclo de vida, fornecida pela empresa Transfor solar [15], responsável pelo orçamento da matriz solar.

Nesse contexto, os dados para o método tradicional foram definidos a partir dos valores médios para o projeto elétrico na região, segundo o sindicato dos engenheiros da Bahia, haja vista que é a única intervenção necessária para que esse método comece a ser utilizado. Além disso, a definição do custo estimado da instalação elétrica foi tomada como sendo cinco por cento do custo total da construção do imóvel [16]. Dessa maneira, foi feita a estimativa do custo da construção da edificação residencial, baseando-se no Custo Unitário Básico (CUB) Salvador PP-4 Padrão Alto em maio/2021 (R$ 2.760,00/m²) e utilizando o método apresentado na NBR 12.721:2006 [17] para estimativas de custo de edificações.

Em paralelo, para as estimativas dos dados da matriz solar foi feito um orçamento de instalação solar com uma empresa especializada. Esses custos foram somados aos encontrados anteriormente, considerando que a instalação da energia solar, necessita da instalação usada na matriz tradicional (instalação residencial básica).

Além disso, foi utilizado como custo de automação o valor médio para esse serviço, Corrigliano [18], da empresa de automação residencial IHouse, em entrevista ao jornal Folha de São Paulo, como também informações disponíveis no site “quero automação”[19]. O valor encontrado inclui a automação da iluminação residencial, abertura e fechamento de persianas, refrigeração (ar-condicionado) e a irrigação do jardim.

Segundo o autor supracitado, a aplicação de tais automações resultaria em uma economia que varia de 15% a 30% do valor da conta de luz. Dessa forma, considerando o valor cobrado pela energia elétrica ao longo dos 20 anos constante e adotando a maior taxa de economia citada (30%) e obtém-se o valor de economia estimada gerada pela automação.

Por fim, na quarta etapa foi feita a conclusão do estudo, a partir da formalização dos resultados obtidos, levando à construção do presente artigo. Também nesta etapa foram definidas as potencialidades e as limitações das matrizes energéticas analisadas.

RESULTADOS E DISCUSÃO

Os custos de projeto, instalação bem como a economia ao longo do ciclo de vida, foram compilados resultando nas Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1: Comparativos entre simulações realizadas

Itens Comparativos	Energia Solar	Automação	Energia Hidrelétrica
Custo Médio de Projeto	R$ 5.910,00	R$ 1.200,00	R$ 3.410,00
Custo Médio de Instalação	R$ 110.700,00	R$ 30.000,00	R$ 69.000,00
Custo médio total	**R$ 116.610,00**	**R$ 31.200,00**	**R$ 72.410,00**
Consumo Médio de Energia ao longo de 20 anos	141.624 Kwh		202.320 Kwh
Economia Média ao longo de 20 anos	R$ 612.324,27		-

Fonte: os autores e Transfor.

Como pode ser visto na tabela 1 foram obtidos como custos para o método tradicional de energização (energia hidrelétrica) o valor de R$ 72.410,00. Em contraste, para a matriz solar associada à automação foi obtido um custo de R$ 147.810,00. Com isso o consumo estimado saiu de 202.320Kwh com energia hidrelétrica para 141.624Kwh na energia solar associada a automação segundo os indicadores apresentados por [17] Com isso, seria possível economizar ao longo 20 anos, o equivalente a de R$ 612.324,27.

Diante dos dados coletados é notável que o custo inicial de projeto e instalação da energia solar é muito superior ao tradicional, sendo 104% maior. Entretanto, a economia gerada pela adoção da matriz solar a médio e longo prazo é vantajosa. Essa economia é potencializada devido à grande incidência de radiação solar na região da Baía de Todos os Santos, conforme Imperial e Pereira [6], o que aumenta a produção energética da matriz solar supracitada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do supracitado, é notável a incidência solar na região da Bahia de todos os santos é mediana em comparação ao resto do estado e do país, entretanto ainda é uma taxa que justifica a mudança de matriz energética, visto que é similar a taxa europeia, região em que essa matriz é amplamente utilizada. Além disso, a implementação da matriz solar na região se justifica em termos econômicos, visto que apresenta uma boa relação de custo benefício a longo prazo.

Ademais, a aplicação da automação gera um aumento na economia de energia da matriz solar proposta, aumentando ainda mais a viabilidade desta escolha energética. Esta economia poderia ser maior caso a escolha pela automação fosse feita durante a construção da residência, a partir de que os custos de implantação desses sistemas são reduzidos, segundo Corrigliano [18].

Além disso, com o advento da automação as vantagens propostas por Sousa (2019), Vieira [12] e Junior [10] se tornam possíveis, dentre elas a melhoria do conforto, comodidade e segurança do usuário, apresentando uma vantagem secundária a adoção da matriz proposta no presente artigo.

No entanto, busca-se em projetos futuros aprofundar a análise da escolha energética, voltando-se aos âmbitos ambientais e sociais. Isso se dá a partir de que ambas as matrizes energéticas estudadas são consideradas fontes de energia limpa. Entretanto, a matriz solar gera um menor impacto ambiental e social em sua instalação, cuja comparação foge ao escopo adotado no presente artigo

REFERÊNCIAS

[1] SOUSA, Antonio Roniel Marques de et al. Automação residencial e eficiência energética: um estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 8, p. 13086-13101, 2019. Disponível em: https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/2899/2875. Acesso em 15 abr 2021.

[2] ENERGIA SOLAR ESTÁ MAIS ACESSÍVEL E CRESCE NO BRASIL.JORNAL DO COMÉRCIO. 2019. Disponível em https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/cadernos/jc_logistica/2019/12/718259-energia-solar-esta-mais-acessivel-e-cresce-no-brasil.html. Acesso em: 30 abr 2021. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/1380. Acesso em: 7 out 2021

[3] MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. Revista virtual de química, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v7n1a08.pdf. Acesso em 30 abr. 2021.

[4] SHAYANI, Rafael Amaral; OLIVEIRA, MAG de; CAMARGO, IM de T. **Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais.** In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE). Brasília. 2006. p. 60. Disponível em: http://www.gsep.ene.unb.br/producao/marco/sbpe_2006.pdf. Acesso em: 30 abr. 2021.

[5] OLIVEIRA, Thiago Figueiredo de et al. A matriz energética baiana e o potencial de aproveitamento solar e eólico na geração de energia elétrica no estado da Bahia. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v. 6, n. 1, p. 1-17, 2018.Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/21711/15890. Acesso em 30 abr. 2021.

[6] IMPERIAL, Lucas; PEREIRA, Osvaldo Soliano. **Análise do potencial do recurso solar na Bahia a partir de Software de Informação Geográfica baseado na WEB.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 5., 2014, Recife. Anais... Recife-PE: CBEM, 2014. Disponível em: <http://cbem.com.br/potencial-solarbahia/>. Acesso em: 30 abr. 2021.

[7] SANTOS, Alex Álisson Bandeira et al. **Atlas eólico Bahia**. 2013.Disponível em: http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/handle/fieb/353. Acesso em 30 abr. 2021.

[8] CAUS, Tuane Regina; MICHELS, Ademar. **Energia hidrelétrica: eficiência na geração.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização).Universidade Federal de Santa

Maria. Santa Maria, 2014 Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/1380. Acesso em: 7 out 2021

[9] FERREIRA, Fernanda França. **Pegada hídrica da geração de energia hidrelétrica no Brasil–Um estudo de caso da AES Tietê SA.** Federal University of Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Brasil, 2014. Disponível em: http://www.drhima.poli.ufrj.br/images/documentos/tcc/2014/fernanda-franca-ferreira-2014.pdf. Acesso em: 30 abr .2021.

[10] JUNIOR, Pedro Vicente Prata Fazano; DE CLEVA FARTO, Guilherme. **Projeto Domótico para Ambientes Inteligentes Baseado na Tecnologia Arduino**. Disponível em: http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/3677908b9e5a610b7cdcc21431ae6e2d.pdf. Acesso em 30 abr. 2021.

[11] MENEZES, Thiago Lima de. **Automação para chuveiros elétricos em sistemas de aquecimento solar.** 2013. Disponível em: http://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/4913. Acesso em: 15 abr 2021.

[12] VIEIRA, Talles Henrique. **Automação e sustentabilidade: aplicação da energia solar aliada à domótica.** 2019.Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/2333-/.Acesso em 30 abr. 2021.

[13] MAIS DA METADE DOS MUNICÍPIOS BAIANOS POSSUEM MENOS DE 20 MIL HABITANTES. **Governo do estado.** Disponível em: https://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2511:mais-da-metade-dos-municipios-baianos-possuem-menos-de-20-mil-habitantes&catid=10&Itemid=565. Acesso em: 30 abr 2021.

[14] MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em: http://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india/view . Acesso em: 20 mai. 2021.

[15] TRANSFOR. Transfor: Transformadores e instalações elétricas. Página Inicial. Disponível em: <http://www.transforenergia.com.br/#>. Acesso em: 12 de ago. de 2022.

[16] BRITO, B. L. **Estimativas de custo em fases iniciais de projetos a partir de modelos BIM e programação generativa**. 243 f. il. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/29202. Acesso em: 10 jun 2021.

[17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio - Procedimento. Rio de Janeiro,2006.

[18] CORRIGLIANO, Sérgio. **Investimento em casa inteligente é alto, mas compensa a médio Sntosprazo.** Gilmara Santos. Folha de São Paulo, 01 dez 2018. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2018/12/1984870-investimento-em-casa-inteligente-e-alto-mas-compensa-a-medio-prazo.shtml. Acesso em: 10 jun 2021.

[19] QUANTO CUSTA AUTOMATIZAR UMA CASA OU APARTAMENTO. **Quero automação.** Disponível em: https://www.queroautomacao.com.br/quanto-custa-automacao-residencial/. Acesso em: 10 jun 2021.