

Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Uma análise baseada na eficiência energética municipal

Smart and Sustainable Cities: An analysis based on municipal energy efficiency

Ciudades Inteligentes y Sostenibles: Um análisis basado em La eficiencia energética municipal

Kelly Cristina Ribeiro Marques Cardoso

Professora Mestre, UEFS, Brasil
krcmcardoso@uefs.br

Rosângela Leal Santos

Professora Doutora, UEFS, Brasil.
rosaleal@uefs.br

Diego Evangelho Barbosa de Carvalho

Graduando, UEFS, Brasil.
diego.engenheiro.uefs@gmail.com

Carlane Costa Dias Feitosa

Mestre, UFRB, Brasil
carlanedias@hotmail.com

Simara Lôbo de Melo

Mestre, UFBA, Brasil
simaralobomelo@gmail.com

RESUMO

Este artigo discute a eficiência energética municipal, no contexto das cidades inteligentes e sustentáveis. Para isso, apresenta um estudo de caso em escolas públicas municipais de Feira de Santana, no qual se verifica a viabilidade econômica, bem como os benefícios advindos da utilização da energia solar tendo como referência o atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Conclui-se que a gestão pública municipal precisa criar mecanismos de incentivo a população da implantação de energia solar, a partir das referências de uso obtidas pelos alunos das escolas públicas municipais, no qual é possível atestar os ganhos econômicos com o uso de energia solar, bem como, o desenvolvimento de uma política de uso sustentável dos recursos, colaborando para tornar a cidade mais sustentável e inteligente.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar. Sustentabilidade. Cidades Inteligentes

ABSTRACT

This article discusses municipal energy efficiency in the context of smart and sustainable cities. For this, it presents a case study in municipal public schools in Feira de Santana, in which the economic viability is verified, as well as the benefits arising from the use of solar energy, with reference to meeting the Sustainable Development Goals (SDGs). It is concluded that municipal public management needs to create mechanisms to encourage the population to implement solar energy, based on the references obtained by students of municipal public schools, in which it is possible to attest to the economic gains with the use of solar energy, as well as the development of a policy for the sustainable use of resources, collaborating to make the city more sustainable and intelligent.

KEYWORDS: Solar Energy. Sustainability. SmartCities

RESUMEN

Este artículo analiza la eficiencia energética municipal en el contexto de las ciudades inteligentes y sostenibles. Para ello, presenta un estudio de caso en escuelas públicas municipales de Feira de Santana, en el que se verifica la viabilidad económica, así como los beneficios derivados del uso de la energía solar, con referencia al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Se concluye que la gestión pública municipal necesita crear mecanismos para incentivar a la población a implementar la energía solar, a partir de las referencias obtenidas por los estudiantes de las escuelas públicas municipales, en las que se pueda atestiguar las ganancias económicas con el uso de la energía solar, así como el desarrollo de una política para el uso sostenible de los recursos, colaborando para hacer la ciudad más sostenible e inteligente.

PALABRAS CLAVE: Energía Solar. Sostenibilidad. Cidades inteligentes

1 INTRODUÇÃO

A gestão municipal é responsável por diversas políticas e ações que afetam diretamente a qualidade de vida dos cidadãos em sua região. Entre essas políticas, sugere-se a adoção de energias renováveis como forma de promover a sustentabilidade e reduzir a dependência de fontes de energia não renováveis. Dessa forma, a gestão pública municipal pode desempenhar um papel importante na promoção da energia solar e, conseqüentemente, na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Isso pode ser feito através da implementação de políticas e programas que incentivem a adoção de tecnologias solares em edifícios públicos, bem como em residências e empresas locais (TRINDADE, 2019).

Ao promover a energia solar, a gestão pública municipal pode contribuir para a redução da dependência de fontes de energia não renováveis, como o petróleo e o carvão, além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, a promoção da energia solar pode gerar benefícios econômicos para a comunidade local, incluindo a criação de empregos na instalação e manutenção de sistemas solares, bem como a redução dos custos de energia para empresas, órgãos diversos, setores públicos e cidadãos em geral. Assim, a promoção de tecnologias sustentáveis pode ter impactos positivos no meio ambiente, na economia e na saúde pública.

É neste contexto que se apresenta o trabalho em questão, o qual busca evidenciar a importância do uso da energia solar como meio de reduzir os gastos, bem como promover a melhoria da vida da população a partir da sustentabilidade e da conscientização de todos os atores que fazem parte das escolas, bem como na comunidade em que moram, tendo como base a gestão energética de escolas municipais do município feirense, na Bahia. Objetivou-se demonstrar, de forma geral, a possível economia resultante advinda da adoção de energia solar nas edificações destinadas ao ensino público. Tomou-se como referência a rede municipal de ensino de Feira de Santana (Bahia).

Entende-se que não basta apenas utilizar uma energia limpa, mas também que esta energia limpa precisa ser consumida de forma equilibrada, sem excessos, primando pela sustentabilidade. Então, colaborar com a sustentabilidade, alcançando diversos aspectos que promovam a melhoria da vida em sociedade, associado a redução de gastos com energia e reduzindo os impactos ao meio ambiente deve ser objetivo da gestão energética. Dentre estes aspectos, ressalta-se a produção e o uso de energias limpas, através de fontes renováveis, como é o caso da energia solar.

Ressalta-se também que a sustentabilidade, numa visão macro, pode ser alcançada quando se atende o tripé econômico, social e ambiental. Nestes termos, o uso de energias limpas precisa ser gerado com baixos custos, com impactos positivos ao meio ambiente e a sociedade.

Segundo Feil e Schreiber (2017, p. 7), “a sustentabilidade ganhou espaço e visibilidade em virtude das discussões sobre as fontes energéticas e recursos naturais, ou seja, que diziam respeito às relações entre humanos e meio ambiente, e, em especial, a problemas de deterioração da relação entre ecologia global e desenvolvimento econômico”.

O termo sustentabilidade tem sido utilizado para estabelecer que uma sociedade é economicamente viável, racionalmente ambiental e socialmente responsável. Para isso, é necessário procurar estratégias que permitam compatibilizar os processos de crescimento com a sustentabilidade.

Desta forma, entende-se que o uso da energia solar pode contribuir sobremaneira para o alcance da sustentabilidade, em instituições públicas ou privadas, na área residencial, comercial ou industrial. Nestes termos, pode-se destacar que no município feirense, a condição climática colabora para este processo.

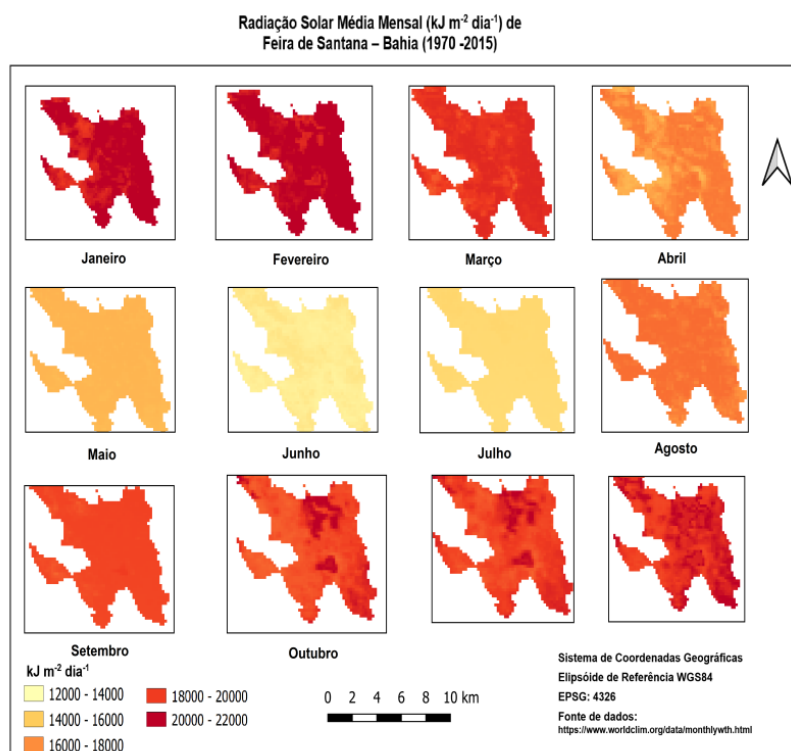
O município de Feira de Santana é o segundo mais populoso do Estado da Bahia, com uma população estimada em 619.609 habitantes (IBGE, 2020). A condição climática de Feira de Santana é complexa por estar inserida numa zona de transição entre os domínios quentes e úmidos, caracterizado por florestas pluviais, e o domínio da zona tropical com estação seca definida, ou seja, a transição entre o litoral úmido (zona da mata) e o interior semi-árido (sertão).

A posição geográfica de baixa latitude garante para Feira de Santana a incidência, durante todo o ano, de forte radiação solar e elevadas temperaturas determinando a média térmica anual de 24°C. O índice pluviométrico deste município é de 848 mm anual, sendo que 60% desse índice ocorrem entre os meses de março a julho (dados extraídos da Estação Climatológica (83221)).

Segundo Brandão et al, (2009) o município de Feira de Santana apresenta, em média, 65 dias nos quais ocorrem precipitações pluviométricas por ano, sendo o restante 300 dias ensolarados ou encobertos, com camadas de nuvens de proporção variada.

Além dos fatos citados anteriormente, a radiação solar média mensal do município é de aproximadamente 19.000 $\text{kJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$, sendo que nos meses de verão, esta fica em torno de 22.000 $\text{kJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (Janeiro), enquanto que, nos meses de inverno esse valor nunca é inferior a 12.000 $\text{kJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (Junho), o que pode ser observado na figura abaixo (1), a qual apresenta a radiação solar média mensal do município feirense:

Figura 1 – Radiação solar média mensal de Feira de Santana



Fonte: Wordclim.org, 2017.

Aliado a estas características do município em análise e ampliando para o estado da Bahia, destaca-se que 70% da área do estado integra o semiárido, o que corresponde a 39 % de todo o semiárido do Brasil.

1.1 Energia Solar

O uso da energia elétrica se expandiu rapidamente, impulsionando a industrialização e toda a cadeia produtiva, transformando toda a sociedade, embora umas mais, outras menos. Os aparelhos eletro-eletrônicos, associados a sistemas produtivos cada vez mais eficientes e de menor custo, proliferou o uso desses equipamentos, aumentando assim o consumo da energia elétrica.

Dessa forma, com o desenvolvimento, difusão e uso dos eletro-eletrônicos, cada vez mais diversificados e de múltiplas funções, o consumo de energia elétrica assume um caráter de indispensabilidade, sendo fundamental a vida moderna, pois a energia é um bem essencial utilizado em todos os setores da economia e representa não somente um insumo essencial, mas também um dos elementos de maior peso na estrutura dos custos (LAGE et al, 2015).

Toda essa dinâmica criou uma demanda crescente de energia e suas possíveis fontes geradoras. Com o esgotamento dos recursos fontes, ou a conscientização das consequências do seu uso continuado, acabou gerando uma busca de fontes geradoras de energia alternativas. Entre a energia elétrica suja, produzida pelas termoelétricas (de derivados de carvão a usinas nucleares) e mesmo as energias “limpas” das hidroelétricas, vai-se chegando pouco à pouco aos limites da produção, tornando-se preciso alcançar formas alternativas de geração de energia elétrica. Do consumo de 13.934 terawatts/hora (TW/h) em 2001, espera-se que esse valor alcance 24.673 TW/h em 2025 (XUE et al, 2004). Entretanto, a International Energy Agency (IEA), em estudos publicados em 2010, estimou que esses valores podem alcançar 30.329 TW/h, em 2035 (SENAI, 2013).

Hoje, a situação atual do uso da energia elétrica no mundo é desafiadora. Por um lado, há uma crescente demanda por energia elétrica em todo o mundo, especialmente em países em desenvolvimento. Por outro lado, há uma crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental e a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Isso tem impulsionado a busca por fontes de energia renovável, como a energia solar e eólica, bem como tecnologias mais eficientes para a geração e uso de energia elétrica. Além disso, há uma crescente conscientização sobre a importância da eficiência energética e do uso responsável da energia elétrica para reduzir o impacto ambiental e promover a sustentabilidade.

A necessidade do uso de energias renováveis e limpas tem se intensificado na atualidade e muito se tem discutido sobre a temática, em nível local e internacional, por considerarmos a escassez dos recursos necessários para a geração de energia elétrica, como por exemplo, a falta de chuva nos reservatórios, além do aumento do consumo pela população. Então, a busca por energia que não dependa dos recursos naturais escassos e caros como água, carvão e gás natural tem sido uma constante e, dentre as alternativas, tem-se a energia solar, como uma das fontes de energia limpa.

Sabe-se que a energia, que pode ser entendida de várias formas em áreas diversas, sempre foi um item imprescindível ao desenvolvimento econômico e social da humanidade. Não dá para vislumbrar a vida humana sem o consumo de energia. Sobre isso, Borges e Zouain (2011)

destacam que a energia é classificada como um bem de natureza estratégica, já que se relaciona com questões nos níveis ambientais, econômicas, sociais e tecnológicas.

Segundo Militão e Guedes (2008, p.13), as formas de produção de energia ou fontes energéticas são as seguintes: fósseis (carvão, petróleo e gás natural), biomassa (lenha e álcool), limpas permanentes (solar, eólica, geotérmica e mareomotriz), hidráulica e nuclear.

Essas diversas fontes geradoras de energia que compõem as matrizes energéticas, podem causar, em graus distintos, impactos significativos ao meio ambiente como na questão do lançamento de gases na atmosfera que provocam o chamado efeito estufa e colaboram para o aquecimento global (BORGES E ZOUAIN, 2011).

Em relação a matriz energética mundial, é urgente a necessidade do aumento da participação das chamadas energias renováveis, sobretudo devido a crise hídrica, a consciência ambiental e a escassez de combustíveis fósseis. O Brasil, segundo Galdino et al (2000), apresenta um potencial expressivo para ampliar sua produção de energias renováveis. Isso se deve a diversos fatores, destacando-se o fato de ter a maior parte do seu território em região tropical, com abundância do recurso solar, bem como da biomassa e condições de vento importantes em determinadas regiões do território.

A energia solar pode ser aproveitada de duas maneiras, a fotovoltaica e a fototérmica. Para Pinho e Galdino (2014), citados por Dos Santos et al (2017, p.3), a energia fotovoltaica é obtida através da conversão direta da luz em eletricidade, utilizando um semicondutor que é a unidade de conversão deste processo. Por outro lado, a fototérmica “está diretamente ligada com a quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente no mesmo” (MILITÃO E GUEDES, 2008, p.13).

Segundo Costa et al (2017), a energia fotovoltaica pode ser de dois tipos: *on grid*, ligado a rede da concessionária, e *off grid* que não é ligado a rede. O sistema fotovoltaico é composto pelas seguintes partes: um módulo ou painéis fotovoltaicos que transforma a energia solar em energia elétrica; o Regulador/Inversor um equipamento eletrônico que regula a carga da bateria com a energia oriunda dos painéis fotovoltaicos e libera energia para as cargas consumidoras; a Bateria que é o componente acumulador de energia elétrica e; o Inversor um equipamento que converte a corrente contínua gerada pelos painéis em corrente alternada necessária para alimentar os mais diversos equipamentos eletroeletrônicos. (COSTA ET ALL, 2017).

A produção de energia fotovoltaica é uma alternativa substancial para o nosso país, tendo em vista as características que ele possui, contudo o custo de implantação e a falta de incentivos pelo governo em seus diferentes níveis (federal, estadual e municipal), interferem de forma negativa na implantação deste recurso de energia limpa. Ressalta-se também a contribuição do uso da energia fotovoltaica para o atingimento de muitos dos objetivos de desenvolvimento sustentável.

1.2 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

O uso de energias limpas contribui para atingir o propósito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, conforme o que se estabelece sobretudo nos itens 4 – Educação de Qualidade, que procura assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos; 7 – Energia Limpa e Acessível, que

busca garantir o acesso a fontes de energia confiáveis, sustentáveis e modernas para todos, melhorando a eficiência energética; 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, que busca tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, além do 17 – Parcerias e Meios de Implementação, o qual busca reforçar os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, através da busca de financiamentos para implementação do processo de energia solar.

Segundo o site da Agenda 2030, os ODS, conforme figura 2 abaixo, “são integrados e indivisíveis, e mesclam, de forma equilibrada, as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental”. Devem envolver a participação de toda a sociedade, governos, cidadãos, sociedade civil e setor privado.

Figura 2 – ODS



Fonte: Agenda 2030, 2021.

1.3 Cidades Inteligentes e Sustentáveis

Na atualidade, tornou-se imprescindível o desenvolvimento de cidades inteligentes, a fim de criar condições de vida sustentáveis através do uso da tecnologia diante das tendências de melhoria da qualidade de vida e da urbanização das cidades. Diversos são os meios de se tentar conceituar ou caracterizar o que se chama de cidades inteligentes.

Destaca-se o conceito de Batty e outros (2012) citados por Depiné e Teixeira (2018, p.33) ao dizerem que “uma cidade inteligente é a cidade em que a tecnologia e a inovação são mescladas de forma coordenada e integrada à infraestrutura urbana tradicional”. Depiné e Teixeira (2018, p.34) também citam Gifinger e Gudrun(2010) ao relatarem que cidades inteligentes são as que realizam sua visão de futuro combinando diferentes atores do espaço urbano, qual sejam “a economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida”. Logo, entende-se que uma cidade inteligente precisa gerar melhoria de vida para as pessoas, mas sem perder a relação custo-benefício que deve existir em qualquer implantação de tecnologias.

No contexto das cidades inteligentes, os aspectos mais trabalhados contemplam questões ambientais (produção de energia, gestão de resíduos e etc.), comunicação entre os diferentes usuários (empresas, coletivos, instituições e indivíduos), utilização das TICs para melhorar o funcionamento operacional de rede, aspectos sociais (cuidados de saúde, educação e serviços culturais disponíveis) e eficiência urbana. (DEPINÉ, AZEVEDO, GASPARGASPAR e VANZIN, 2018)

Dessa forma, a utilização de energia limpa, conforme evidenciada e defendida neste artigo, associa-se a questões ambientais, apoiando-se na sustentabilidade, reduzindo os efeitos adversos ao meio ambiente do uso de energia elétrica, então, além desta prática de sustentabilidade, pode-se destacar como benefícios e como fator de correlação com o conceito de cidades inteligentes, o uso de um suporte de tecnologias que auxiliem na gestão energética, como os medidores inteligentes de consumo de energia, o *smart meter*. Segundo Costa et al

(2017, p.181) esse medidor pode também ser utilizado pela concessionária para acessar e gerenciar o uso da energia, pois pode ser utilizado como um roteador enviando as informações necessárias e gerando um feedback para o usuário, “o que possibilita o ajuste dos hábitos de consumo individualizado de acordo com os valores que deseja pagar em suas tarifas.”

Além disso, o uso de energias limpas propicia as condições iniciais de criar ações vinculadas ao conceito de cidades inteligentes usando energias renováveis.

2 OBJETIVOS

Este trabalho busca evidenciar a importância do uso da energia solar como meio de reduzir os gastos a partir da gestão energética de escolas municipais do município feirense, na Bahia. Objetivou-se demonstrar, de forma geral, a possível economia resultante advinda da adoção de energia solar nas edificações destinadas ao ensino público, tendo como referência a rede municipal de ensino de Feira de Santana, na Bahia. A partir daí, buscar-se á promover a conscientização de todos os que estão inseridos na comunidade escolar sobre os efeitos das energias renováveis para a sociedade e o meio ambiente.

3 METODOLOGIA

O trabalho apresenta um referencial teórico sobre a temática, associado a um estudo de caso na rede municipal de ensino de Feira de Santana, na Bahia. No referido estudo, são evidenciados os gastos financeiros com energia elétrica, consumidos nos anos de 2018 a 2021, referentes às escolas pertencentes à educação infantil e ao ensino fundamental, comparando com os benefícios que poderiam advir do uso da energia solar em tais escolas, além de serem destacadas novas posturas a serem adotadas pelos diversos atores que compõem o ambiente escolar, através da conscientização dos mesmos. Entende-se que não basta apenas utilizar uma energia limpa, mas também esta energia limpa precisa ser consumida de forma equilibrada, sem excessos, primando pela sustentabilidade.

4 RESULTADOS

O município feirense possui 201 escolas municipais em funcionamento, referente a educação infantil e ao ensino fundamental, sendo que são 80 escolas na zona rural e 121 na zona urbana. Segundo dados da Secretaria Municipal de Educação de Feira de Santana, as 201 escolas consumiram anualmente, de janeiro de 2017 a agosto de 2021, os valores descritos no quadro 01, o qual apresenta o custo financeiro ao mês para cada ano, evidenciando uma variação significativa nos valores financeiros registrados.

De forma mais detalhada no aspecto do custeio, o quadro 2 apresenta o custo por aluno e por escola, durante o período analisado. Vale lembrar que o custo se mostra reduzido em 2020 por conta das aulas online, em virtude da pandemia, sendo, portanto, um desvio padrão. Nos anos de 2017, 2018 e 2019, é perceptível o aumento gradativo dos gastos com energia elétrica, o que se reflete no custo anual unitário por escola e por aluno. Há, portanto, uma tendência de aumento de tais gastos energéticos, o que justifica a necessidade de utilização de energia solar para buscar uma redução desses custos, o que também contribuirá para a sustentabilidade no contexto econômico, social e ambiental.

Quadro 1 – Custo de Energia Elétrica em R\$ de janeiro/2017 a agosto/2021 das Escolas Municipais de Feira de Santana (BA)

Período	Valor (Em R\$)	Período	Valor (Em R\$)	Período	Valor (Em R\$)	Período	Valor (Em R\$)	Período	Valor (Em R\$)
jan/17	62.131,01	jan/18	63.237,63	jan/19	64.300,20	jan/20	77.110,80	jan/21	68.924,11
fev/17	52.566,98	fev/18	52.538,28	fev/19	76.449,70	fev/20	87.470,01	fev/21	73.854,02
mar/17	61.092,29	mar/18	77.345,46	mar/19	103.509,92	mar/20	111.194,01	mar/21	60.914,48
abr/17	67.398,81	abr/18	92.033,92	abr/19	102.125,28	abr/20	69.217,99	abr/21	61.948,12
mai/17	78.722,05	mai/18	88.126,43	mai/19	100.010,04	mai/20	64.150,49	mai/21	71.825,43
jun/17	78.047,71	jun/18	90.979,13	jun/19	95.404,34	jun/20	57.881,82	jun/21	67.263,03
jul/17	64.725,82	jul/18	87.065,30	jul/19	83.410,67	jul/20	60.863,33	jul/21	63.959,99
ago/17	67.260,00	ago/18	90.407,59	ago/19	93.976,53	ago/20	55.777,54	ago/21	63.932,20
set/17	73.095,65	set/18	91.264,69	set/19	95.900,15	set/20	55.862,16	set/21	
out/17	78.347,29	out/18	145.881,20	out/19	109.315,20	out/20	58.404,43	out/21	
nov/17	85.526,30	nov/18	106.178,02	nov/19	125.809,55	nov/20	61.890,37	nov/21	
dez/17	97.012,30	dez/18	94.398,87	dez/19	123.265,70	dez/20	67.464,89	dez/21	
	865.926,21		1.079.456,52		1.173.477,28		827.287,84		532.621,38

Fonte: Secretaria Municipal de Educação de Feira de Santana (2021)

Quadro 2 – Custo médio com consumo de energia elétrica por escola e por aluno -Feira de Santana (BA)

	2017	2018	2019	2020
Consumo energético anual em R\$	R\$ 865.926,21	R\$ 1.079.456,52	1.173.477,28	R\$ 827.287,84
Alunos Matriculados*	41.743	42.608	45.514	47.119
Custo por aluno (a.a.)	R\$ 20,75	R\$ 25,34	R\$ 25,78	R\$ 17,56
Custo por escola (a.a) (201 escolas)	R\$ 4.308,00	R\$ 5.370,43	R\$ 5.838,20	R\$ 4.115,86

Fonte: *Dados do INEP 2023 e Secretaria Municipal de Educação de Feira de Santana (2021)

Dentre as escolas públicas municipais, uma das mais antigas, localizada no centro da cidade, é o Centro Integrado de Educação Municipal Joselito Amorim. No quadro 3, apresenta-se o consumo de energia elétrica da referida escola.

Quadro 3 – Consumo de energia elétrica – Escola Municipal Joselito Amorim - Feira de Santana (BA)

2019	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Valor R\$	208,11	208,21	904,17	790,09	1.009,67	1.077,31	950,7
Consumo	383	376	1618	1414	1729	1845	1554
2019	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL	
Valor R\$	1.130,99	1.122,81	1.613,29	2.640,37	2.502,81	14.158,53	
Consumo	1913	1791	2531	4272	4175	23.601	

Fonte: Secretaria Municipal de Educação de Feira de Santana (2021)

Esse consumo se constitui na base para a análise da proposta de uso da energia solar na escola em questão, sendo que foi realizada uma consulta em uma empresa baiana especializada no mercado de energia solar fotovoltaica, com sede na cidade de Feira de Santana/BA e que atende em todo Estado da Bahia e a referida empresa indicou, para o projeto proposto, a utilização de um gerador fotovoltaico *on-grid*.

Considerando o consumo médio de energia elétrica do colégio, foi possível executar o dimensionamento da potência para o gerador do sistema fotovoltaico, estimada em 18,48 kwp, sendo que o valor a ser investido corresponde a cerca de R\$ 86.499,51. Com a apresentação da proposta para implantação do sistema fotovoltaico no Colégio em análise, estima-se uma economia mensal para o consumo de energia elétrica na ordem de R\$ 1.674,96. Já para o primeiro ano de uso do sistema de energia solar, está prevista uma economia equivalente a R\$ 20.099,53, que representa 23,24% do consumo de energia solar. O retorno do investimento apresenta um *payback* de 3 anos, que numa perspectiva no prazo de 25 anos, representa uma economia estimada em R\$ 1.052.945,22, sendo portanto uma economia significativa e com energia limpa.(CARDOSO, SILVA NETO, SANTOS, 2022).

5 CONCLUSÃO

O município, como uma estrutura de gestão territorial de acesso mais direto à população, acaba por significar o agente político de maior visibilidade para uma comunidade. O uso correto da energia elétrica nas instalações municipais acaba por configurar uma referência e constitui um novo parâmetro a ser considerado no exercício da cidadania. Cabe também aos municípios a responsabilidade de gerir com a maior eficiência seus recursos naturais e o uso da eletricidade. Deste modo, o poder público, como representante da sociedade, deve estar atento à relação otimizada entre o consumo de energia e a preservação do meio ambiente (TEOFILO, 2019).

Por outro lado, a adoção de uma nova matriz energética, especialmente a energia solar, pode trazer diversas vantagens para a sociedade, tornando-a mais sustentável e contribuindo para buscar mecanismos que a tornem uma cidade inteligente. Iniciar essas mudanças estruturais a partir das escolas, mais do que simplesmente uma facilidade de aplicação, é uma abordagem estratégica, pois, a partir da apresentação, familiaridade pelo uso freqüente, além do reconhecimento dos seus benefícios, as crianças não só comporão a geração futura que usará esse recurso, como propagará seus benefícios para a família/comunidade do seu entorno, no tempo presente.

Assim, a adoção da energia fotovoltaica nas escolas públicas, além da óbvia vantagem da redução dos custos de energia, também poderá ser utilizada como um agente promotor da educação ambiental, conscientizando os alunos sobre as vantagens das energias renováveis e sua importância na luta contra as mudanças climáticas (ROSA, 2017).

Contudo, o mais importante será a escola como um modelo a ser seguido pela comunidade. Ao utilizar a energia solar, elas podem se tornar exemplos de como as energias renováveis podem ser implementadas em outras instituições, empresas e residências da região, colaborando para motivar outras pessoas a adotarem energias renováveis e sendo, para os gestores públicos, um mecanismo inicial para vislumbrar o desenvolvimento de ações que contribuam para o alcance de cidades inteligentes e sustentáveis.

6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AGENDA 2030. ODS. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/sobre/>. Acessado em: out.2021

ATLAS SOLAR DA BAHIA/ AWS Truepower, Camargo Schubert Engenheiros Associados, FIEB/SENAI CIMATEC. — Curitiba : Camargo Schubert ; Salvador :SECTI : SEINFRA : CIMATEC/SENAI, 2018.

BORGES, F. Q.; ZOUAIN, D.M. **A matriz elétrica no estado do Pará e seu posicionamento na promoção do desenvolvimento sustentável**. 2011. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Matriz-El%C3%A9trica-no-Estado-do-Par%C3%A1-e-seu-na-do-Borges-Zouain/cb0ea49f60978182475645b48ae2986852a688ad>

BRANDÃO, Tayna Freitas; OLIVEIRA, Alarcon Matos; SANTOS, Rosângela Leal. **Estudo do comportamento da precipitação no Município de Feira de Santana (BA)**. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Viçosa: UFV, 2009, pag 55-72. Disponível em <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalho8.html>

CARDOSO, Kelly C. R. M.; SILVA NETO, Miguel P. da; SANTOS, Rosangela Leal. **Implantação de Sistema de Energia Solar nas Escolas Municipais de Feira de Santana (BA)**. In: Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, 2022, Online. Recife: Even3, 2022.

CAVALCANTE, Ludmila Oliveira Holanda; MILITÃO, Milton Souza Ribeiro (org.) **A questão ambiental da UEFS – Histórias e Perspectivas**. UEFS: Feira de Santana, 2008.

COSTA, Allan David Silva da; SILVA, Pollianna Torres dos Santos Medeiros da; ARAÚJO, Silvania de Souza; CARVALHO, Zulmara Virgínia de. **Estratégia de Conversão do Potencial Energético Solar Natalense em Gatilho de Construção das Cidades Inteligentes**. ISSN:2318-3403 Aracaju/SE – 20 a 22/09/ 2017. Vol. 8/n.1/ p.180-189. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a961/8ed7c97367525eaa0ec475552a00eff3696e.pdf>. Acessado em 26/10/2021.

DEPINÉ, Ágatha; TEIXEIRA, Clarissa Stefani.(org). **Habitats de inovação: conceito e prática**. São Paulo: Perse. 294p. v.1: il. 201, 2018

DOS SANTOS, EIVISSON Rodrigues castro Gonçalves; NASCIMENTO, Geraldo Fernandes; XAVIER, Vitor Luís de Castro; COSTA, Josilene Ferreira da. **Energia Solar Fotovoltaica: Um estudo de caso da aplicação no sistema de iluminação em uma instituição de ensino profissionalizante**. Revista GEINTEC. ISSN: 2237-0722. Artacaju/ SE. Vol7, n.2, p.3859-3875, abr/maio/jun -2017.

FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados**. Cad. EBAPE.BR, FGV, v. 14, nº 3, Artigo 7, Rio de Janeiro, Jul./Set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395157473>

FICK, S.E. and HIJMANS, R.J. 2017. **WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas**. 2017 International Journal of Climatology 37 (12): 4302-4315.

FURTADO, A.T. **Energia, Economia e Mercado**. ComCiência, 2004.
Em:http://www.comciencia.br/reportagens/2004/12/16_impr.shtml.

GALDINO, Marco A. E.; LIMA, Jorge H. G., RIBEIRO, Claudio M. ; SERRA, Eduardo T. **O contexto das energias renováveis no Brasil**. Revista da DIRENG, 2000. Eletrobrás, BR. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/direng.pdf>. Acessado em: out.2021

IBGE. **Ginásio Municipal Joselito Amorim**: Feira de Santana, BA. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-home?id=429052&view=detalhes>. Acessado em: out/2021.

IEEE Transactions on Power Electronics, Volume: 19, N. 5, September 2004, p. 1305 - 1314

LAGE, Walimir Moreira; LAGE, Matheus Henrique de Moraes, LAGE, Bruna Luísa de Moraes. **Aplicação da gestão energética como ferramenta de redução estratégica de custos nas escolas públicas municipais de Belo Horizonte/MG**. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Custos, Foz do Iguaçu, 2015. Acessado em 15/01/2023 <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/download>>

LIMA, Celina Moraes. **Projeto de eficiência energética aplicado em escolas públicas do estado Ceará**: metodologia, aplicação e análise de cenários. Trabalho de Conclusão de Curso. IF. Fortaleza, 2018, 128 p.

OLIVEIRA, Alarcon Matos; SANTOS, Rosângela Leal. **Análise Comparativa entre Fatiamento e a Classificação de Imagens Aplicada ao Mapeamento das Unidades de Vertentes em Feira de Santana-BA**. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Viçosa: UFV, 2009, pag 10-20. Disponível em <<http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalho1.html>>

ROSA, Marlison Noronha. **Estratégias para redução do consumo de energia elétrica na Escola Municipal Maria da Terra em Goiânia**. Trabalho de Conclusão de Curso. Goiânia: IF, 2017.

ROSA, Miguel Rodriguez;ALVAREZ, Isabel Galego. **The Sustainable Society Index: Analysis of the Recent Situation of the Sustainability Worldwide**. Cuadernos Económicos de ICE n.º 101 · 2020/I DOI: <https://doi.org/10.32796/cice.2021.101.7197>

SANTIAGO, Liranne Lins Braga. **Plano de Ação de Implantação do Conselho Escolar**. Disponível em: <http://ciempjfa.blogspot.com/>. Acessado em out/2021.

SANTOS, Cláudia Barbosa dos; REIS, Daniela Crestani. **Aplicação da matemática no consumo consciente da energia elétrica para redução de gastos**. Acessado em 21/02/2023
<http://www.aprender.posse.ueg.br:8081/jspui/bitstream/123456789/168/1/ARTIGO%20CIENT%3%8DFICO%20CL%3%81UDIA%20VERS%3%83O%20FINAL.pdf>

SEDUC. **Secretaria Municipal de Educação de Feira de Santana**. Feira de Santana, BA, 2021.

IBGE. Cidades. Feira de Santana. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/feira-de-santana/panorama>>. Acessado em 21/10/2021

SENAI.RS. **Questões ambientais e Produção maisLimpa**. Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003. 126 p. il.

TEÓFILO, Josefa LiseaneVieria. **Gestão escolar: competências para o exercício da Gestão**. Monografia de Especialização em Gestão Pública. Mari: IF, 2019.

TRINDADE Jr, Walmeran José. **Proposta de implantação da gestão energética no município de Aparecida-PB: um estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso. João Pessoa: IF, 2019. Acessado em 15/01/2023 <http://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/889>

XUE, Yaosuo; CHANG, Liuchen; KJAER, SrenBaekhj; BORDONAU, J.; SHIMIZU, T. **Topologies of single-phase inverters for small distributed power generators: an overview**.