



**Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia
de Produção (SAEPRO) da EEL-USP**

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Viabilidade de Implementação de Energia Solar em Instituições Públicas de Ensino

Feasibility of Implementing Solar Energy in Public Educational Institutions

Viabilidad de la implementación de energía solar en instituciones educativas públicas

Brunna Lázaro Gonçalves

Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá (brunna.goncalves@gmail.com.br)

Isaac Andres de Oliveira Cordeiro Flor

Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá (isaac.flor@gmail.com.br)

Kauan Darwim Brigagao

Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá (kauan.darwim@gmail.com.br)

Carlos André Mattei Gyori

Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá (carlos.gyori@gmail.com.br)

Itúrbides Vicente de Paiva Martins

Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá (iturbides.martins@gmail.com.br)

Adriano Carlos Moraes Rosa

Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá (adriano.carlos.rosa@gmail.com)



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Resumo

O presente artigo apresenta uma análise sobre a viabilidade e os impactos da implementação de sistemas fotovoltaicos em instituições públicas de ensino, considerando as dimensões técnica, econômica, ambiental e educacional. A pesquisa, de abordagem qualitativa e descritiva, baseou-se em revisão bibliográfica e em estudos institucionais recentes sobre energia solar no setor público. Os resultados apontam que a adoção de painéis fotovoltaicos contribui para a redução de custos com energia elétrica, para a mitigação de impactos ambientais e para o fortalecimento de práticas educativas voltadas à sustentabilidade. Observou-se que, além da economia financeira, a inserção de tecnologias limpas nas escolas e faculdades públicas estimula a consciência ecológica e a aprendizagem interdisciplinar. O estudo conclui que a energia solar fotovoltaica constitui uma alternativa estratégica de eficiência energética e de educação ambiental, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, principalmente, o ODS 7, que diz respeito à energia acessível e limpa, o ODS 13, que trata de ações contra a mudança global do clima. Também se observou o ODS 4, que trabalha a educação de qualidade equitativa e inclusiva e, o atendimento de demandas de políticas públicas na indústria, na inovação e na infraestrutura, com o ODS 9.

Palavras-chave: Educação Ambiental, Eficiência Energética, Energia Solar, Instituições Públicas, Sustentabilidade.

Abstract

This article presents an analysis of the feasibility and impacts of implementing photovoltaic systems in public educational institutions, considering technical, economic, environmental, and educational dimensions. The research, which took a qualitative and descriptive approach, was based on a literature review and recent institutional studies on solar energy in the public sector. The results indicate that the adoption of photovoltaic panels contributes to reducing electricity costs, mitigating environmental impacts, and strengthening educational practices focused on sustainability. It was observed that, in addition to financial savings, the introduction of clean technologies in public schools and colleges stimulates ecological awareness and interdisciplinary learning. The study



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

concludes that photovoltaic solar energy is a strategic alternative for energy efficiency and environmental education, aligned with the Sustainable Development Goals, particularly SDG 7, which concerns affordable and clean energy, and SDG 13, which addresses actions against global climate change. SDG 4, which addresses equitable and inclusive quality education, and SDG 9, which addresses public policy demands in industry, innovation, and infrastructure, were also noted.

Keywords: Environmental Education, Energy Efficiency, Solar Energy, Public Institutions, Sustainability.

Resumen

El presente artículo presenta un análisis sobre la viabilidad y los impactos de la implementación de sistemas fotovoltaicos en instituciones públicas de educación, considerando las dimensiones técnica, económica, ambiental y educativa. La investigación, de enfoque cualitativo y descriptivo, se basó en una revisión bibliográfica y en estudios institucionales recientes sobre energía solar en el sector público. Los resultados indican que la adopción de paneles fotovoltaicos contribuye a la reducción de los costos de la energía eléctrica, a la mitigación de los impactos ambientales y al fortalecimiento de las prácticas educativas orientadas a la sostenibilidad. Se observó que, además del ahorro financiero, la incorporación de tecnologías limpias en las escuelas y universidades públicas estimula la conciencia ecológica y el aprendizaje interdisciplinario. El estudio concluye que la energía solar fotovoltaica constituye una alternativa estratégica de eficiencia energética y educación ambiental, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, principalmente el ODS 7, que se refiere a la energía asequible y limpia, y el ODS 13, que trata de las medidas contra el cambio climático global. También se observó el ODS 4, que aborda la educación de calidad equitativa e inclusiva, y la atención a las demandas de políticas públicas en la industria, la innovación y la infraestructura, con el ODS 9.

Palabras clave: Educación Ambiental, Eficiencia Energética, Energía Solar, Instituciones Públicas, Sostenibilidad.



1. INTRODUÇÃO

A transição energética é um dos principais desafios globais do século XXI, uma vez que a dependência histórica de fontes fósseis e a crescente demanda por energia elétrica intensificam os impactos ambientais e econômicos dos sistemas convencionais (Pereira et al., 2017). No Brasil, embora a matriz elétrica apresente uma expressiva participação de fontes renováveis, como a hídrica, o aumento do consumo e a ocorrência de períodos de escassez hídrica exigem a diversificação das fontes e a adoção de tecnologias mais limpas e descentralizadas. Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica tem se destacado por sua capacidade de gerar eletricidade sustentável, silenciosa e de baixa manutenção, com elevado potencial de expansão (EPE, 2023).

Pesquisas recentes demonstram que a utilização de sistemas fotovoltaicos em edificações públicas pode representar uma estratégia eficaz de eficiência energética, redução de gastos orçamentários e mitigação de emissões de gases de efeito estufa (Soares et al., 2023; Firmino; Da Silva Alves, 2024). Contudo, observa-se que muitas instituições públicas de ensino ainda não exploram plenamente o potencial educativo e demonstrativo dessa tecnologia, restringindo-se a abordagens pontuais ou projetos isolados. Essa lacuna evidencia a necessidade de estudos que analisem não apenas a viabilidade técnica e econômica da energia solar, mas também seus efeitos pedagógicos e ambientais na formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a sustentabilidade.

Diante desse cenário, o problema de pesquisa que norteia este estudo pode ser assim formulado: *quais são os benefícios e desafios da implementação de sistemas fotovoltaicos em instituições públicas de ensino e de que forma essa adoção contribui para a eficiência energética, a sustentabilidade institucional e a educação ambiental?*

O objetivo geral do trabalho é analisar a aplicação da energia fotovoltaica em ambientes educacionais públicos, destacando seus efeitos econômicos, ambientais e pedagógicos. Como objetivos específicos, buscou-se identificar o potencial técnico e econômico dos sistemas fotovoltaicos em escolas e faculdades públicas; avaliar os impactos ambientais e educacionais decorrentes de sua implementação; discutir o papel dessas instituições na promoção da sustentabilidade e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS),

em especial os ODS 4, 7, 9 e 13; e propor reflexões sobre a replicabilidade dessa prática em outras unidades do ensino público brasileiro.

A justificativa do estudo fundamenta-se na relevância de integrar eficiência energética e educação ambiental no âmbito das instituições públicas, especialmente nas administradas pelo Centro Paula Souza (CPS). Essas instituições exercem papel estratégico na disseminação de valores sustentáveis e na formação de profissionais tecnicamente qualificados e socialmente responsáveis (CPS1, 2025). A adoção de tecnologias de energia limpa, como a solar fotovoltaica, não apenas reduz despesas e emissões, mas também transforma os espaços educacionais em laboratórios vivos de inovação, onde a teoria se conecta à prática e a aprendizagem se alinha à cidadania planetária (Žalėnienė; Pereira, 2021; Jesus et al., 2025).

Do ponto de vista científico, o estudo contribui ao preencher uma lacuna identificada na literatura nacional sobre a integração entre sustentabilidade, gestão pública e educação tecnológica. Embora existam pesquisas sobre eficiência energética em órgãos públicos (Oliveira, 2025; Cardoso, 2025), são escassos os trabalhos que tratam da inter-relação entre energia fotovoltaica, educação ambiental e gestão escolar sustentável, especialmente nas unidades do CPS, como as ETECs e FATECs.

Metodologicamente, o estudo adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, baseada em pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso aplicado a uma instituição pública de ensino superior localizada no Vale do Paraíba. O objetivo é compreender, em profundidade, os impactos e as percepções associadas à adoção da energia solar no contexto educacional.

O artigo está estruturado da seguinte forma: após esta introdução, apresenta-se a Fundamentação Teórica, que discute os conceitos de energia fotovoltaica, instituições públicas de ensino, eficiência energética, sustentabilidade e educação ambiental. Em seguida, a seção Método detalha os procedimentos adotados na pesquisa. Posteriormente, em Resultados e Discussão, são apresentados e analisados os achados do estudo. Por fim, a Conclusão sintetiza os principais resultados, destacando contribuições práticas e acadêmicas, bem como recomendações para futuras pesquisas e políticas públicas.



2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção reúne e sintetiza os principais referenciais teóricos que fundamentam a pesquisa, abordando de forma integrada os temas essenciais ao estudo. São apresentados conceitos e discussões sobre energia fotovoltaica, instituições públicas de ensino, o papel do Centro Paula Souza (CPS) e suas unidades, as ETECs e FATECs, bem como os fundamentos relacionados à eficiência energética, sustentabilidade e educação ambiental. O objetivo é estabelecer o embasamento científico e conceitual necessário para compreender as relações entre esses eixos temáticos e suas contribuições para a promoção de práticas sustentáveis no contexto educacional.

2.1 Energia Fotovoltaica

A energia fotovoltaica é uma das fontes renováveis mais promissoras e sustentáveis, uma vez que converte diretamente a radiação solar em eletricidade por meio de células semicondutoras, geralmente compostas de silício. Essa tecnologia tem avançado consideravelmente nas últimas décadas, reduzindo custos e aumentando a eficiência dos sistemas, o que tem impulsionado sua adoção em larga escala, inclusive em edificações públicas e privadas (Pereira *et al.*, 2017).

A principal vantagem desse tipo de energia reside em sua capacidade de gerar eletricidade limpa, sem emissões diretas de gases de efeito estufa, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas (Leite, 2017).

Além de seu potencial ambiental, a energia fotovoltaica também representa uma alternativa econômica viável. A redução progressiva dos custos de instalação, associada a incentivos fiscais e programas de financiamento, tem tornado o investimento mais acessível a diferentes setores da sociedade (ANEEL, 2021).

No contexto brasileiro, o avanço da Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL, atualizada pela nº 1.000/2021, consolidou o marco regulatório da micro e minigeração

distribuída, permitindo que instituições e residências gerem sua própria energia e injetem o excedente na rede elétrica (Santana; Monasterio; Caldeira, 2023).

O uso de sistemas fotovoltaicos em edificações públicas tem papel estratégico, pois, além de reduzir custos com energia, serve de exemplo e instrumento de conscientização social. Em escolas e universidades, a adoção dessa tecnologia tem um valor educativo adicional, estimulando a formação de uma cultura de sustentabilidade e de responsabilidade ambiental entre os estudantes (Jesus *et al.*, 2025).

2.2 Instituições Públicas de Ensino

As instituições públicas de ensino têm papel essencial na formação de cidadãos críticos e conscientes das questões socioambientais contemporâneas. Ao atuarem como espaços de disseminação do conhecimento e de práticas sustentáveis, essas instituições contribuem não apenas para o desenvolvimento intelectual, mas também para a transformação social (Žalėnienė; Pereira, 2021).

A introdução de tecnologias sustentáveis, como a energia fotovoltaica, nessas instituições promove a integração entre teoria e prática, reforçando o compromisso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ou ODSs, em especial o ODS 4, referente a Educação de Qualidade e o ODS 7, que trata da Energia Acessível e Limpa (ONU, 2015).

Além da dimensão pedagógica, as escolas e universidades públicas também enfrentam desafios de gestão relacionados ao uso racional de recursos e à eficiência energética. A implementação de sistemas fotovoltaicos representa uma oportunidade de reduzir despesas operacionais e redirecionar recursos financeiros para outras áreas estratégicas, como infraestrutura e inovação educacional (Alves, 2019). Dessa forma, as instituições de ensino tornam-se agentes exemplares de políticas públicas de sustentabilidade.

A adoção de práticas sustentáveis nessas instituições também reforça o papel do Estado na promoção da economia verde e na indução de comportamentos sustentáveis. Escolas e universidades, quando se tornam modelos de gestão eficiente e de compromisso ambiental, exercem influência direta sobre a comunidade local e sobre futuras gerações (Da Silva, 2025).



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

2.2.1 CPS – O Centro Paula Souza

O Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza ou CPS (CPS1, 2025) é uma autarquia do Governo do Estado de São Paulo, vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação, responsável pela administração das Escolas Técnicas ou ETECs e Faculdades de Tecnologia, as FATECs estaduais. Criado em 1969, o CPS tem como missão oferecer educação profissional e tecnológica de qualidade, voltada às demandas do mercado de trabalho e ao desenvolvimento socioeconômico regional.

Atualmente, o Centro Paula Souza administra mais de 83 FATECs e 228 ETECs, atendendo centenas de milhares de estudantes em cursos técnicos, tecnológicos e de formação continuada em todo o Estado (CPS1, 2025). A importância do CPS está na sua contribuição para a formação de mão de obra qualificada e na promoção da inovação tecnológica e da sustentabilidade. Suas instituições integram ensino, pesquisa e extensão, possibilitando a articulação entre teoria e prática e fortalecendo a relação entre o ambiente acadêmico e o setor produtivo. Além disso, o CPS atua como vetor estratégico na difusão da educação empreendedora e da cultura de inovação, apoiando projetos que estimulam o protagonismo juvenil e o desenvolvimento local como incubadoras, desafios tecnológicos e parcerias com empresas públicas e privadas (CPS1, 2025).

Por meio de seus cursos e programas, o Centro Paula Souza contribui para o cumprimento de diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ou ODS, especialmente aqueles relacionados à educação de qualidade (o ODS 4), trabalho decente e crescimento econômico (justificado no ODS 8) e inovação e infraestrutura (no ODS 9).

Dessa forma, consolida-se como uma instituição essencial na construção de um modelo educacional público, gratuito e de excelência, que forma profissionais capazes de transformar a realidade social e econômica de suas comunidades (Irie, 2023).



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

2.2.1.1 ETEC – Escolas Técnicas do Centro Paula Souza e Sustentabilidade

As Escolas Técnicas Estaduais ou ETECs, administradas pelo Centro Paula Souza (CPS3, 2025), desempenham um importante papel na formação profissional e técnica de jovens e adultos no Estado de São Paulo. Essas instituições articulam educação tecnológica e cidadania, estimulando a adoção de práticas inovadoras e sustentáveis em suas atividades pedagógicas e administrativas. Nesse contexto, projetos de eficiência energética e sustentabilidade ambiental, como a instalação de painéis fotovoltaicos, fortalecem a integração entre o ensino técnico e a prática sustentável.

O ambiente das ETECs é propício para a implementação de soluções inovadoras, pois alia a formação científica à experimentação prática. Iniciativas de energia fotovoltaica, por exemplo, podem ser utilizadas como laboratório vivo para o aprendizado interdisciplinar, envolvendo disciplinas de eletrônica, meio ambiente, gestão e tecnologia (CPS3, 2025). Essa abordagem contribui para o desenvolvimento de competências técnicas e ambientais alinhadas às demandas contemporâneas do mercado de trabalho.

Além disso, o CPS tem estimulado políticas e projetos de sustentabilidade em suas unidades, incluindo programas voltados para o uso racional da água, reciclagem, eficiência energética e inovação social. Tais práticas reforçam o compromisso institucional com os ODS e com a formação de profissionais conscientes de seu papel social e ambiental (CPS1, 2025).

2.2.1.2 FATEC – Faculdades de Tecnologia do Centro Paula Souza e Sustentabilidade

As Faculdades de Tecnologia ou FATECs do Centro Paula Souza (CPS2, 2025) consolidam-se como instituições públicas de ensino superior que articulam tecnologia, inovação e sustentabilidade. Com forte vínculo com o setor produtivo e as demandas regionais, as FATECs promovem a formação de tecnólogos capazes de desenvolver soluções inovadoras, eficientes e socialmente responsáveis. A implantação de sistemas de energia fotovoltaica em suas unidades tem potencial educativo e demonstrativo, ao mesmo tempo em que reduz custos e reforça o compromisso institucional com a



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

sustentabilidade. A integração entre ensino, pesquisa e extensão nas FATECs possibilita que projetos de energia renovável se tornem espaços de aprendizagem aplicada. Esses projetos envolvem alunos e professores em estudos de viabilidade técnica e econômica, análises de impacto ambiental e propostas de políticas públicas de eficiência energética (CPS2, 2025). Assim, a experiência prática contribui para a formação de profissionais críticos e preparados para o mercado verde.

Além do aspecto técnico, a presença de sistemas fotovoltaicos nas FATECs poderia estimular a reflexão sobre o papel das instituições públicas na transição energética e na mitigação das emissões de carbono. O uso de energia solar em ambientes educacionais reforça a função social da tecnologia e evidencia que inovação e responsabilidade ambiental podem caminhar juntas (Sachs, 2002).

2.3 Eficiência Energética

A eficiência energética consiste na utilização racional da energia, buscando maximizar o aproveitamento dos recursos disponíveis e minimizar desperdícios. Trata-se de um pilar fundamental para a sustentabilidade ambiental, pois reduz o consumo de recursos naturais e as emissões de gases de efeito estufa. Em instituições públicas, a eficiência energética tem papel estratégico, uma vez que permite economias orçamentárias e melhora o desempenho ambiental institucional (Oliveira, 2025).

No contexto das edificações educacionais, a eficiência energética pode ser alcançada por meio de diversas ações, como a modernização de sistemas de iluminação, o uso de sensores de presença, o aproveitamento da luz natural e, principalmente, a adoção de fontes renováveis como a energia solar fotovoltaica (Firmino; Da Silva Alves, 2024).

Essas práticas estão alinhadas com as políticas públicas de sustentabilidade e com o Plano Nacional de Eficiência Energética ou PNEF, que incentiva a adoção de tecnologias limpas e a conscientização sobre o consumo racional.

A relação entre o Plano Nacional de Eficiência Energética e a ANEEL é que a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2021) é a responsável por regular e implementar o Programa de Eficiência Energética ou PEE, que é a principal ferramenta para promover



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

a eficiência energética no país. Enquanto o Plano Nacional de Energia (EPE, 2023) define a estratégia de longo prazo do setor, o PEE da ANEEL é um programa com ações práticas que obriga as distribuidoras de energia a investirem anualmente uma parte de sua receita em projetos para reduzir o desperdício e otimizar o consumo de energia elétrica em diversos setores.

Além de seu caráter técnico, a eficiência energética possui dimensão educacional e cultural. A conscientização da comunidade escolar sobre o uso responsável da energia reforça valores de cidadania e sustentabilidade, tornando as instituições de ensino exemplos de boas práticas ambientais (Jesus *et al.*, 2025).

2.4 Sustentabilidade

A sustentabilidade representa um conceito multidimensional que envolve a integração entre aspectos ambientais, econômicos e sociais, com o objetivo de garantir que o desenvolvimento atual não comprometa as gerações futuras (Sachs, 2002). No contexto educacional, ela se traduz na busca por práticas que promovam o uso racional dos recursos, a inclusão social e a consciência ambiental (Veiga, 2019).

As instituições públicas de ensino têm papel central na difusão desse paradigma, pois funcionam como agentes de transformação e inovação sustentável (Cardoso, 2025). A sustentabilidade energética, em especial, tem se tornado prioridade para governos e instituições, refletindo compromissos assumidos em acordos internacionais, como o Acordo de Paris e a Agenda 2030 (ONU, 2015).

E, nesse sentido, o uso de energia fotovoltaica em escolas e universidades é uma ação concreta que contribui para a transição energética e para o cumprimento das metas de redução de emissões de carbono (Brasil, 2024).

A incorporação da sustentabilidade no ambiente educacional vai além das práticas operacionais e, exige uma abordagem integrada que envolva currículos, metodologias e a gestão institucional. Projetos interdisciplinares e programas de educação ambiental são ferramentas eficazes para fomentar a cultura da sustentabilidade e preparar cidadãos comprometidos com a preservação do planeta (Trigo, 2025).



2.5 Educação Ambiental

A Educação Ambiental ou EA é um processo contínuo que visa promover a compreensão crítica das relações entre sociedade e natureza, incentivando atitudes responsáveis e sustentáveis (Carvalho, 2016).

No âmbito das instituições de ensino, ela representa um componente essencial da formação cidadã, estimulando a reflexão sobre os impactos ambientais das atividades humanas e o papel de cada indivíduo na preservação do meio ambiente (Jacobi, 2003).

A implementação de projetos de energia fotovoltaica em escolas e universidades constitui uma oportunidade prática para o desenvolvimento da Educação Ambiental. Esses projetos permitem aos alunos observar o funcionamento de sistemas sustentáveis, compreender os benefícios da energia limpa e participar de ações concretas de redução do consumo e das emissões. Assim, o ensino torna-se mais contextualizado e significativo, aproximando teoria e prática (Soares *et al.*, 2023).

Além do aspecto pedagógico, a EA reforça a dimensão ética da sustentabilidade. Ela propõe uma mudança de paradigma baseada na cooperação, na empatia e na responsabilidade compartilhada pelo futuro do planeta (Layrargues; Lima, 2014). Dessa forma, as instituições públicas de ensino se consolidam como espaços de formação integral, capazes de articular conhecimento técnico, valores sociais e compromisso ambiental.

3. MÉTODO

A pesquisa foi delineada de forma a integrar diferentes métodos e técnicas de investigação, de modo a proporcionar uma compreensão abrangente do fenômeno estudado. Quanto à abordagem, caracteriza-se como qualitativa, pois busca interpretar percepções, experiências e significados atribuídos pelos participantes à temática da sustentabilidade, da energia fotovoltaica em instituições públicas de ensino, da eficiência energética e da educação ambiental.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Nesse tipo de pesquisa, a ênfase recai sobre a compreensão de sentidos e interpretações, em vez de mensurações estatísticas, alinhando-se às concepções de Flick (2009), Minayo (2014) e Creswell e Creswell (2018).

No que se refere à finalidade, o estudo é classificado como aplicado, uma vez que visa à solução de problemas concretos relacionados à promoção de práticas sustentáveis em ambientes escolares e urbanos. A pesquisa alia educação, conscientização ambiental e inclusão social, em consonância com Marconi e Lakatos (2021) e Gil (2022).

A pesquisa também se enquadra como exploratória e descritiva. Exploratória por possibilitar o mapeamento inicial do fenômeno e a construção de categorias analíticas relevantes, permitindo a aproximação gradual ao objeto de estudo. Descritiva por registrar, de forma sistemática, características, percepções e práticas relacionadas ao descarte de resíduos eletrônicos, como destacado por Gil (2022).

Quanto ao procedimento, adotou-se a técnica de levantamento (survey), caracterizada pela aplicação de roteiro estruturado junto a estudantes de uma Faculdade de Tecnologia localizada no Vale do Paraíba, estado de São Paulo. Esse roteiro foi elaborado a partir de referenciais da literatura em Sustentabilidade e Educação Ambiental (Donato, 2008; Pereira *et al.*, 2011). A coleta de dados contemplou uma simulação diante de atividades de conversão de sistemas de energia (do convencional para um sistema de luz solar ou fotovoltaica), ações educativas vinculadas ao projeto (Jesus *et al.*, 2025). Os dados adquiridos e analisados por meio de interpretação qualitativa, considerando a identificação de padrões, percepções recorrentes e categorias emergentes, de forma alinhada ao método de análise de conteúdo.

Essa técnica possibilitou compreender os significados atribuídos pelos participantes às práticas de sustentabilidade e à experiência de contato com uma empresa que oferece serviços de instalação e manutenção de energia fotovoltaica.

Por fim, a pesquisa é também classificada como um estudo de caso (simplificado), por concentrar-se na análise de uma situação específica em seu contexto real: a implementação e os resultados do projeto em uma instituição de ensino.

De acordo com Gil (2022), esse método é apropriado para a investigação de fenômenos contemporâneos nos quais os limites entre objeto e contexto não estão claramente definidos. Nesse sentido, o estudo de caso permitiu compreender em profundidade a

experiência, identificar potencialidades e fragilidades da iniciativa, e propor reflexões aplicáveis a outras instituições educacionais.

Para a prática da pesquisa, segue um caso aplicado em uma Instituição de Ensino Superior (IES), a Fatec GT ou Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá.

3.1 Caso – IES Faculdade de Tecnologia

Como exemplo e/ou caso prático, desenvolveu-se uma pesquisa de acompanhamento das despesas com energia elétrica junto a uma IES (instituição de ensino superior) pública, a Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá ou Fatec GT, uma instituição atuante no município de Guaratinguetá (SP) por mais de 30 (trinta) anos, e um local onde nunca foi planejado uma ação de atualização ou mudança da rede elétrica. Segue a Figura 1 com esse acompanhamento mensal do ano de 2025.

Figura 1: Acompanhamento da Despesa de Eletricidade da IES Fatec Guaratinguetá.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Como apresentado na Figura 1, até o mês vigente (setembro), a média do custo com energia é de: R\$10.423,60 (dez mil, quatrocentos e vinte e três reais e sessenta centavos), valor justo, em relação a outros anos e outras unidades do Centro Paula Souza.

Diante disso, aplicando os conhecimentos relativos à sustentabilidade e de eficiência energética propostos nessa pesquisa, foi contatada/escolhida uma empresa da área de fornecimento de energia fotovoltaica atuante na cidade e região citada (que por motivo de “sigilo”, nesse artigo será descrita como “Empresa X”), para que fosse realizado um levantamento (pesquisa de campo) e, com essa ação, fosse identificado uma média de custo de instalação, economia e tempo de retorno para a IES.

Figura 2: Orçamento da “Empresa X” para a Despesa de Instalação da Rede de Energia Fotovoltaica e Custo dessa Eletricidade para a IES Fatec Guaratinguetá.

INVESTIMENTO	SISTEMA INDICADO
De R\$ 715.404,66 a R\$ 953.872,88	119,23 kWp
Estimativa de investimento De R\$ 715.404,66 a R\$ 953.872,88	Tamanho do Sistema 119,23 kWp
Economia mensal R\$ 10.319,00	Número de Módulos 434 módulos
Economia total acumulada em 30 anos R\$ 11.297.444,08	Produção anual estimada 171.983 KWh
	Área necessária 834,64 m ²
	Peso estimado 11.327,24 kg

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Como mostra a Figura 2, a partir de um investimento inicial de R\$ 715.404, 66, a IES Fatec GT poderia em trinta anos acumular um total de R\$ 11.297.444.08 com a mudança de sistema para o apoio energético fotovoltaico.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos analisados indicam que a instalação de sistemas fotovoltaicos em instituições públicas gera economia média entre 60 % e 90 % da fatura elétrica. O tempo de retorno do investimento situa-se entre 4 e 7 anos, dependendo da irradiação solar local e do perfil de consumo (Soares *et al.*, 2023).

Projetos apoiados pelo Plano Nacional de Eficiência Energética da ANEEL (2021) têm demonstrado alto potencial de replicabilidade, principalmente em escolas técnicas e universidades (EPE, 2023). Além da economia financeira, a autossuficiência parcial em energia contribui para a estabilidade orçamentária e para a destinação de recursos a outras necessidades educacionais.

O uso de energia solar reduz a emissão de gases de efeito estufa e diminui a pressão sobre o sistema elétrico nacional. Um sistema fotovoltaico de 50 kWp, comum em escolas de médio porte, pode evitar a emissão de aproximadamente 28 toneladas de CO₂ por ano (IEA, 2024).

Tais benefícios posicionam as instituições de ensino como agentes exemplares da sustentabilidade, reforçando seu compromisso com a Agenda 2030 e com as metas climáticas brasileiras (ONU, 2015).

A incorporação da energia solar ao ambiente escolar cria oportunidades pedagógicas inovadoras. Os painéis podem ser utilizados como laboratórios experimentais para disciplinas de Física, Matemática, Engenharia e Gestão Ambiental. Experiências relatadas na obra de Jesus *et al.* (2025) demonstram aumento da motivação dos estudantes e fortalecimento de competências associadas à sustentabilidade e à tecnologia verde.

5. CONCLUSÃO

O estudo desenvolvido sobre a viabilidade da implementação de sistemas fotovoltaicos em instituições públicas de ensino permitiu alcançar plenamente o objetivo geral proposto: analisar a aplicação da energia solar no contexto educacional, considerando



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

suas dimensões técnica, econômica, ambiental e pedagógica. A partir da integração entre pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso, foi possível compreender de forma ampla os impactos positivos da adoção de tecnologias sustentáveis nas escolas e faculdades públicas, em especial aquelas vinculadas ao Centro Paula Souza (CPS), como as FATECs e ETECs.

Os resultados obtidos demonstraram que a energia fotovoltaica se apresenta como uma solução tecnicamente viável e financeiramente vantajosa, capaz de reduzir significativamente os custos com energia elétrica, aumentar a autonomia das instituições e contribuir para o equilíbrio orçamentário do setor público. O caso aplicado à Fatec Guaratinguetá mostrou que a substituição da matriz convencional por uma rede de apoio fotovoltaico poderia gerar uma economia expressiva ao longo dos anos, com tempo de retorno estimado entre quatro e sete anos, conforme os estudos comparativos da literatura e a simulação prática realizada com a “Empresa X”.

Do ponto de vista ambiental, as descobertas reforçam o potencial da energia solar como ferramenta estratégica para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e reduzir emissões de gases de efeito estufa. A implementação de sistemas fotovoltaicos não apenas diminui a dependência de fontes fósseis, mas também posiciona as instituições públicas como agentes exemplares na transição energética, alinhando-se às metas da Agenda 2030 e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 7 (Energia Limpa e Acessível), 9 (Inovação e Infraestrutura) e 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima). No campo educacional, o trabalho revelou que a instalação de painéis solares tem valor didático significativo, transformando o espaço escolar em um laboratório vivo de sustentabilidade e inovação. As experiências observadas e as análises teóricas indicam que a energia solar pode ser integrada de forma interdisciplinar aos currículos, fortalecendo a educação ambiental e estimulando o pensamento crítico, a responsabilidade social e a formação de profissionais comprometidos com a economia verde. A aprendizagem se mostrou mais significativa quando associada a práticas concretas de eficiência energética.

Outro ponto relevante diz respeito à formação cidadã e institucional. A pesquisa evidenciou que projetos dessa natureza contribuem para a consolidação de uma cultura de sustentabilidade dentro das instituições públicas. Professores, alunos e gestores



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

passam a compartilhar valores voltados à economia de recursos, à inovação tecnológica e à preservação ambiental. Essa integração entre teoria e prática amplia o alcance social da educação pública e reforça o papel do CPS como disseminador de práticas sustentáveis no Estado de São Paulo. Do ponto de vista metodológico, o uso de uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva permitiu captar percepções e significados atribuídos pelos participantes à adoção da energia solar e à temática da sustentabilidade. O estudo de caso aplicado demonstrou ser uma estratégia adequada para compreender as particularidades do fenômeno em seu contexto real, além de oferecer subsídios concretos para a formulação de políticas públicas e programas institucionais de eficiência energética e educação ambiental.

O aprendizado decorrente desta pesquisa ultrapassa o campo técnico, pois promoveu a reflexão sobre o papel das instituições públicas no enfrentamento da crise climática e na democratização do acesso à energia limpa. Ficou evidente que a adoção de tecnologias sustentáveis requer não apenas investimento financeiro, mas também planejamento estratégico, capacitação profissional e engajamento comunitário. A gestão integrada desses elementos é o caminho para transformar as escolas e faculdades em polos de inovação socioambiental.

Como proposta para trabalhos futuros, recomenda-se a ampliação dos estudos para outras unidades do CPS e instituições públicas brasileiras, comparando indicadores de desempenho energético e impactos socioeducacionais da adoção da energia fotovoltaica. Sugere-se, ainda, a criação de projetos de extensão e pesquisa aplicada que envolvam estudantes e professores em parcerias com empresas e órgãos públicos, estimulando o desenvolvimento de soluções inovadoras em eficiência energética. Assim, a energia solar pode consolidar-se não apenas como tecnologia limpa, mas como instrumento de educação transformadora e desenvolvimento sustentável.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

REFERÊNCIAS

ALVES, R. R. **Sustentabilidade Empresarial e Mercado Verde**: a transformação do mundo em que vivemos. São Paulo (SP): Editora Vozes, 2019.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 1.000**, de 7 de dezembro de 2021. Brasília (DF): Agência Nacional de Energia Elétrica, 2021. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>>. Acesso: 25/08/2025.

BRASIL. **Relatório Voluntário Nacional**. Secretaria Geral. Brasília (DF): Governo Federal, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/secretariageral/pt-br/cnods/RNV_Brasil/portugues>. Acesso: 26/09/2025.

CARDOSO, I. A. Desafios da Sustentabilidade na Gestão Pública: um estudo sobre a dificuldade na implementação de práticas sustentáveis. **Práticas de Administração Pública**, vol. 9, p. e91020-e91020, 2025.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental**: a formação do sujeito ecológico. 6. ed. São Paulo (SP): Cortez, 2016.

CPS1. Centro Paula Souza. **Institucional: Funções e Competências**. São Paulo (SP): CPS, 2025. Disponível em: <<https://www.cps.sp.gov.br/institucional/sobre-o-centro-paula-souza/>>. Acesso: 18/09/2025.

CPS2. Centro Paula Souza. **FATECs Faculdades de Tecnologia**. Todos os Cursos. São Paulo (SP): CPS, 2025. Disponível em: <<https://www.cps.sp.gov.br/fatec/cursos-oferecidos-pelas-fatecs/>>. Acesso: 19/09/2025.

CPS3. Centro Paula Souza. **ETECs Escolas Técnicas**. Todos os Cursos Oferecidos. São Paulo (SP): CPS, 2025. Disponível em: <<https://www.cps.sp.gov.br/etec/cursos-oferecidos-pelas-etecs/>>. Acesso: 20/09/2025.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Research Design**: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Sage, Los Angeles (USA), 2018.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

DA SILVA, G. A. G. Sustentabilidade na Administração Pública. Publicação, Seção **Observatório do Futuro**. São Paulo (SP): TCESP Tribunal de Contas do Estado de São Paulo, 2025. Disponível em: <<https://www.tce.sp.gov.br/observatorio/artigo-sustentabilidade-administracao-publica>>. Acesso: 25/07/2025.

DONATO, V. **Logística Verde**. Rio de Janeiro (RJ): Editora Ciência Moderna, 2008.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Eficiência Energética** (PNEf). Brasília (DF): Ministério de Minas e Energia/EPE - ANEEL, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-nacional-de-eficiencia-energetica/documentos/plano-nacional-eficiencia-energetica-pdf.pdf/view>>. Acesso: 12/08/2025.

FIRMINO, E. H.; DA SILVA ALVES, I. H. Eficiência Energética em Instituições Públicas de Ensino no Brasil: um estudo bibliográfico. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**. Universidade Federal de Catalão. Catalão (GO): UFC, 2024. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/eficiencia_energetica_em_instituicoes_publicas_de_ensino_no_brasil_um_estudo_bibliografico.pdf>. Acesso: 16/09/2025.

FLICK, U. **Pesquisa Qualitativa e Quantitativa**: Introdução à pesquisa qualitativa. 3ª ed. Porto Alegre (RS): Artmed, 2009.

IEA. International Energy Agency. **World Energy Outlook 2024**. Paris (França): OECD/IEA, 2024. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>>. Acesso: 25/09/2025.

IRIE, D. (org.) ODS: **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em prol de uma cidadania planetária**. Lisboa (PT): Editora Lisboa, 2023.

GIL, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7ª Ed. São Paulo (SP): Atlas. 2022.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, vol. 118, p. 189-205, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrfTmfHxktgnt/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso: 15/10/2025.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

JESUS, C. E. S.; CÉSAR, A. O.; FREITAS, V. R.; NOGUEIRA, W. B.; MARGEM, F. M. Análise da Implantação de Energia Solar Fotovoltaica em Escolas Públicas Brasileiras: estudo de revisão integrativa. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, [S. l.], vol. 14, n. 5, p. e2155, 2025. Disponível em:

<<https://journalppc.com/RPPC/article/view/2155>>. Acesso em: 08/10/2025.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As Macrotendências Político-pedagógicas da Educação Ambiental Brasileira. **Revista Ambiente & Sociedade**, vol. 17, n. 1, p. 23-40, de 2014. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/?format=html&lang=pt>>. Acesso: 29/09/2025.

LEITE, P. R. **Logística Reversa**: meio ambiente e competitividade. 3ª. ed. São Paulo (SP): Saraiva Uni, 2017.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9ª. Ed. São Paulo (SP): Atlas, 2021

MINAYO, M. C. S. **O Desafio do Conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 14. ed. São Paulo (SP): Hucitec Editora, 2014.

OLIVEIRA, E. M. Eficiência Energética em Órgãos Públicos: revisão da literatura.

Revista Políticas Públicas & Cidades, vol. 14, n. 6, e2393. Disponível em:

<<https://doi.org/10.23900/2359-1552v14n6-50-2025>>. Acesso: 20/07/2025.

ONU. The Global Challenge for Government Transparency: The Sustainable Development Goals (SDG) 2030 Agenda. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York (EUA): Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível

em: <https://worldtop20.org/global-movement/?gad_campaignid=2067958460&gad_source=1&gbraid=0AAAAADs2vi9hdWJpGU_jJEAmhtsiPUxfM>. Acesso em: 05/10/2025.

PEREIRA, A. L.; BOECHAT, C. B.; TADEU, H. F. B.; SILVA, J. T. M.; CAMPOS, P. M. S. **Logística Reversa e Sustentabilidade**. São Paulo (SP): Cengage Learning, 2011.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; DE LIMA, F. J.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2ª. ed. São José dos Campos (SP): INPE, 2017.

Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/08.15.18.20/doc/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao_rev-01-compactado.pdf>. Acesso em: 05/10/2025.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro (RJ): Garamond, 2002.

SANTANA, R.; MONASTERIO, L.; M.; CALDEIRA, T. C. M. Regulação da Microgeração e Minigeração Distribuída de Energia Elétrica no Brasil: estimação da distribuição do subsídio. **Revista do Serviço Público (RSP)**, Brasília, vol. 74, n.4, p.778–801 out/dez 2023. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7829>>. Acesso em: 05/10/2025.

SOARES, C. A. B.; DE NADAE, J.; NASCIMENTO, D. C.; FIRMINO, P. R. A.; MORIOKA, S. N. Photovoltaic solar energy and sustainability in higher education institutions: a multiple case study. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas GEPROS**, vol.18, e02939, p. 103 - 135, 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/372148997_Photovoltaiic_solar_energy_and_sustainability_in_higher_education_institutions_a_multiple_case_study>. Acesso: 16/09/2025.

TRIGO, F. A. Sustentabilidade na Educação Básica: projetos de educação ambiental. **International Integralize Scientific**, Vol. 5, n. 45, Florianópolis (SC), 2025. Disponível em: <<https://iiscientific.com/artigos/a5edfb/>>. Acesso: 25/09/2025.

VEIGA, J. E. **Sustentabilidade**: a legitimação de um novo valor. 3ª ed. São Paulo (SP): Senac, 2019.

ŽALĖNIENĖ, I.; PEREIRA, P. Higher Education for Sustainability: A Global Perspective. **Geography and Sustainability**, vol 2, n. 2, p. 99-106, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666683921000195>>. Acesso: 16/09/2025.