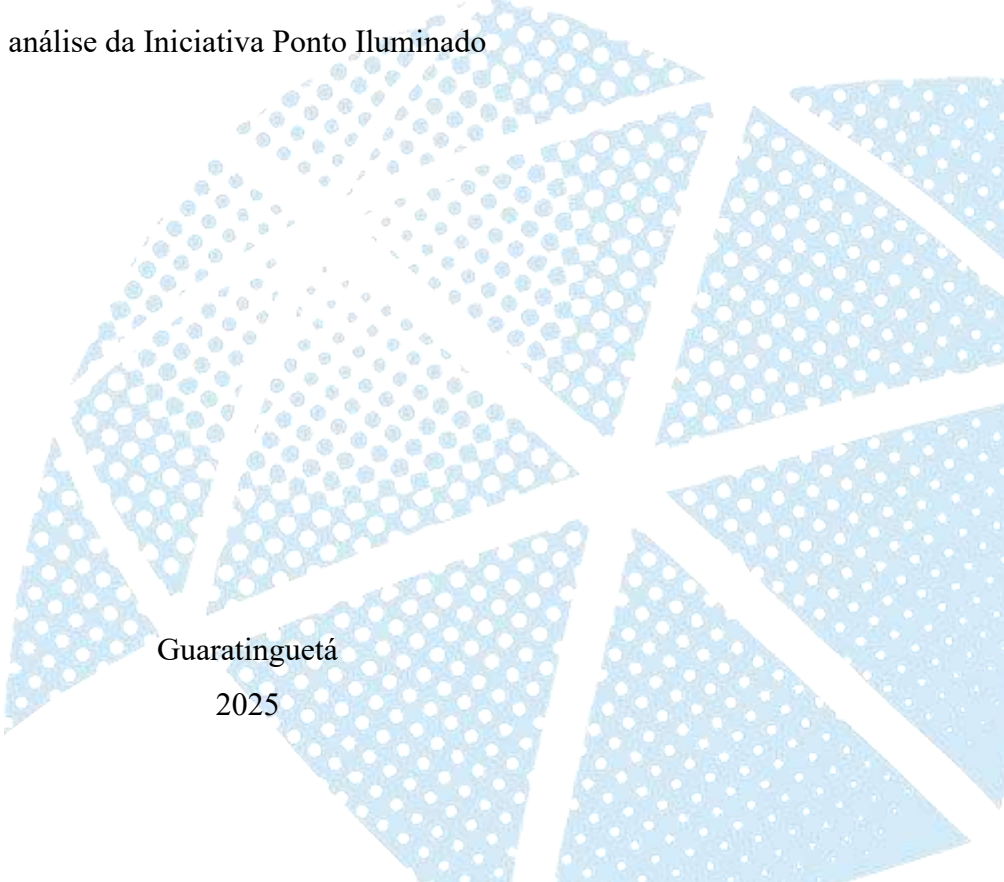


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Faculdade de Engenharia e Ciências - Campus de Guaratinguetá

HENRIQUE AMON DE LIMA VIVEIROS

**IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIOAMBIENTAIS DE INICIATIVAS DE
SUSTENTABILIDADE NAS UNIVERSIDADES:**
análise da Iniciativa Ponto Iluminado

Guaratinguetá
2025



HENRIQUE AMON DE LIMA VIVEIROS

**IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIOAMBIENTAIS DE INICIATIVAS DE
SUSTENTABILIDADE NAS UNIVERSIDADES:**

análise da Iniciativa Ponto Iluminado

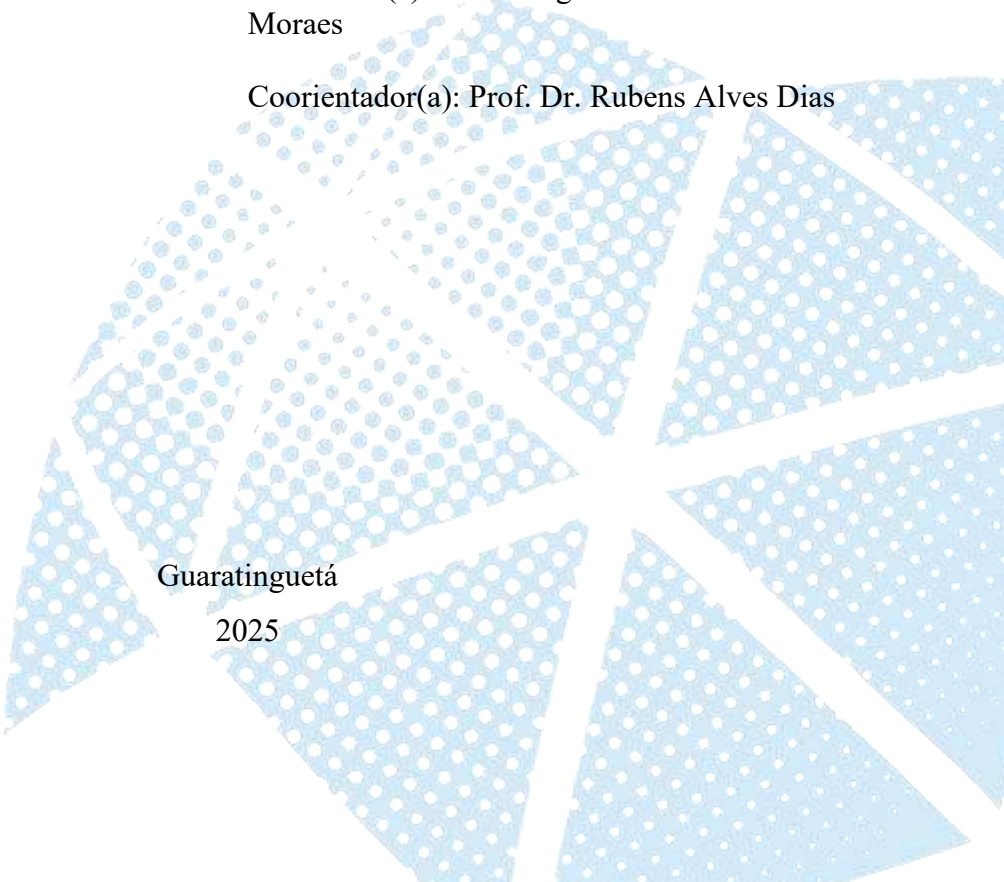
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Engenharia e Ciências, Campus
de Guaratinguetá, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador(a): Me. Thiago Matheus Martins de
Moraes

Coorientador(a): Prof. Dr. Rubens Alves Dias

Guaratinguetá

2025



V857i	Viveiros, Henrique Amon de Lima Impactos econômicos e socioambientais de iniciativas de sustentabilidade nas universidades: análise da iniciativa Ponto Iluminado / Henrique Amon de Lima Viveiros - Guaratinguetá, 2025. 77 f : il. Bibliografia: f. 71-77 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2025. Orientador: Me. Thiago Matheus Martins de Moraes Coorientador(a): Prof. Dr. Rubens Alves Dias 1. Sustentabilidade. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Geração de energia fotovoltaica. 4. Projetos de pesquisa. I. Título. CDU 504
-------	--

HENRIQUE AMON DE LIMA VIVEIROS

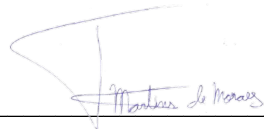
**IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIOAMBIENTAIS DE INICIATIVAS DE
SUSTENTABILIDADE NAS UNIVERSIDADES:**

análise da Iniciativa Ponto Iluminado

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia e Ciências, Campus de Guaratinguetá, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Data da defesa: 08/11/2025

Banca Examinadora:



Me. Thiago Matheus Martins de Moraes

UNESP – Faculdade de Engenharia e Ciências - Campus de Guaratinguetá



Prof. Dr. José Antônio Perrella Balestieri

UNESP – Faculdade de Engenharia e Ciências - Campus de Guaratinguetá

Documento assinado digitalmente



PAULO VALLADARES SOARES

Data: 23/11/2025 17:33:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Valladares Soares

UNESP – Faculdade de Engenharia e Ciências - Campus de Guaratinguetá

À minha mãe Marcia, que viu o início deste trabalho, e ao meu pai Francisco, que pôde ver seu fim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pelas oportunidades que abriram as portas para a confecção deste trabalho;
aos meus orientadores, *Me. Thiago Matheus Martins de Moraes e Prof. Dr. Rubens Alves Dias*, que me guiaram com afincos e paciência durante todo o trajeto;

aos meus pais *Marcia Amon de Lima Viveiros (In Memoriam)* e *Francisco Roma de Viveiros*, que me deram a vida e dedicaram as suas ao meu desenvolvimento, me ensinando tudo aquilo que vale a pena ser aprendido;

a minha avó *Wilma Amon de Lima*, que, apesar das dificuldades, sempre encontrou um caminho de me transbordar com amor e ternura;

aos meus familiares e amigos, que jamais titubearam em estender a mão quando precisei;
em especial, ao meu amigo e eterno professor *Igor Passos dos Santos*, cuja metodologia freiriana transformou minha vida e me ensinou o verdadeiro significado de perseverança. Nada disso seria possível sem você;

e, por último, à Iniciativa Ponto Iluminado, por ter ressignificado minha trajetória acadêmica ao trazer luz nos momentos mais sombrios.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos econômicos e socioambientais de iniciativas de sustentabilidade desenvolvidas em ambiente universitário, tomando como estudo de caso a Iniciativa Ponto Iluminado, criada na Faculdade de Engenharia e Ciências da UNESP – campus de Guaratinguetá. A pesquisa é fruto do reconhecimento do papel fundamental das universidades na promoção do desenvolvimento sustentável ao integrar ensino, pesquisa e extensão em ações voltadas à transformação socioambiental. Por meio de análises qualitativas e quantitativas, foram avaliados os benefícios ambientais, sociais e econômicos obtidos pelas atividades da Iniciativa, onde pode-se destacar a implementação de um sistema de iluminação pública alimentado por energia solar e a elaboração de uma central de geração fotovoltaica nas dependências da universidade. Para este último, após a aplicação do método de dimensionamento fotovoltaico para estimar a energia elétrica gerada, foi realizada uma análise de viabilidade econômica suportada por três indicadores: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o método do *Payback* Descontado. Os resultados obtidos indicam que os projetos desenvolvidos extrapolam seus ganhos econômicos ao apresentarem expressiva contribuição para a mitigação de impactos ambientais, promovendo a conscientização da comunidade acadêmica, bem como o fortalecimento da cultura de sustentabilidade em ambiente universitário. Ainda, o retorno financeiro obtido para a central de geração frente à modernização do sistema de iluminação do campus reflete que ações simples, quando aplicadas de forma contínua e estratégica, podem gerar impactos significativos e duradouros. Atingindo 12 dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), a Iniciativa Ponto Iluminado consolida-se, então, como uma das ações mais integradas e representativas no contexto da sustentabilidade universitária.

Palavras-chave: sustentabilidade; projetos de extensão universitária; viabilidade econômica; objetivos do desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the economic and socio-environmental impacts of sustainability initiatives developed within the university environment, using as a case study the Ponto Iluminado Initiative, created at the School of Engineering and Sciences of UNESP – Guaratinguetá campus. The research stems from the recognition of the fundamental role universities play in promoting sustainable development by integrating teaching, research, and projects directed toward socio-environmental transformation. Through qualitative and quantitative analyses, the study evaluated the environmental, social, and economic benefits generated by the initiative's activities, highlighting, among them, the implementation of a solar-powered public lighting system and the development of a photovoltaic generation plant within the university premises. For the latter, after applying the photovoltaic sizing method to estimate the generated electric energy, an economic feasibility analysis was conducted based on three indicators: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and the Discounted Payback method. The results indicate that the projects developed go beyond economic gains, showing a significant contribution to the mitigation of environmental impacts, promoting awareness within the academic community, and strengthening the culture of sustainability in the university setting. Moreover, the financial return obtained from the generation plant, combined with the modernization of the campus lighting system, demonstrates that simple actions, when applied continuously and strategically, can generate significant and lasting impacts. By addressing 12 of the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) established by the United Nations (UN), the Ponto Iluminado Initiative thus stands out as one of the most integrated and representative actions within the context of university sustainability.

Keywords: sustainability; university extension projects; economic feasibility; sustainable development goals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quantidade de publicações científicas relacionadas ao termo “Sustainability”.....	13
Figura 2 - Quantidade de publicações científicas relacionadas ao termo “University Project” ou “University Program”.....	14
Figura 3 - Quantidade de publicações científicas relacionadas aos termos “Sustainability” e “University Project” ou “University Program”.....	14
Figura 4 - Quantidade de publicações científicas por ano relacionadas ao termo “Sustainability” de 1994 a 2024.....	15
Figura 5 - Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	18
Figura 6 - Sistema de painéis solares instalados no telhado do ENR2.....	33
Figura 7 - Ponto de ônibus sem iluminação próximo à UNESP.....	36
Figura 8 - Esquemático simplificado do projeto.....	37
Figura 9 - Instalações do Projeto Ponto Iluminado.....	39
Figura 10 - Ponto de ônibus iluminado pelo projeto.....	39
Figura 11 - Calçada de saída da universidade iluminada pelo projeto.....	39
Figura 12 - Ação de modernização dos postes ornamentais em áreas externas.....	44
Figura 13 - Sistema de iluminação externa modernizado do campus.....	45
Figura 14 - Diagrama do Projeto Elétrico.....	48
Figura 15 - Estrutura compacta e resistente projetada para a central de geração.....	49
Figura 16 - Localização da central de geração no campus da FEG-UNESP.....	50
Figura 17 - Estrutura da central de geração.....	50
Figura 18 - Painéis fotovoltaicos da central de geração em funcionamento.....	51
Figura 19 - Depósito de resíduos recicláveis e eletroeletrônicos.....	63
Figura 20 - Sistema de captação de água da chuva.....	64
Figura 21 - Palestra da Iniciativa Ponto Iluminado à comunidade externa.....	65
Figura 22 - Sessão de visita à central de geração solar.....	65
Figura 23 - Bancada de testes de sistema de iluminação.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor médio anual de emissões por ano.....	42
Tabela 2 - Quantidade de <i>CO2</i> equivalente acumulado por ano.....	42
Tabela 3 - Temperatura máxima, mínima e média em °C para Guaratinguetá-SP.....	51
Tabela 4 - Irradiação solar diária média das Estações I, II e III em kWh/m ² . dia.....	52
Tabela 5 - Irradiação solar diária média na FEG-UNESP em kWh/m ² . dia.....	53
Tabela 6 - Horas acumuladas de manutenção e limpeza.....	53
Tabela 7 - Fator de depreciação calculado para todos os meses do ano.....	54
Tabela 8 - Especificações técnicas dos painéis solares instalados.....	55
Tabela 9 - Estimativas mensais de geração para o painel tipo A em kWh no período.....	56
Tabela 10 - Estimativas mensais de geração para o painel tipo B em kWh no período.....	56
Tabela 11 - Estimativas mensais de geração para o painel tipo C em kWh no período.....	57
Tabela 12 - Estimativas mensais de geração total da central solar em kWh no período....	58
Tabela 13 - Tarifa de Aplicação B1 estimada para Guaratinguetá-SP.....	59
Tabela 14 - Histórico da Taxa Selic no período de 2020 a 2024.....	60
Tabela 15 - Indicadores Econômicos no horizonte de 25 anos de vida útil do projeto.....	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS.....	11
1.1.1	Objetivo geral.....	12
1.1.2	Objetivos específicos.....	12
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1	RELEVÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	13
2.2	SUSTENTABILIDADE: HISTÓRICO MUNDIAL.....	15
2.3	SUSTENTABILIDADE NO BRASIL.....	19
2.4	O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL	20
2.5	O ENSINO SUPERIOR NO BRASIL E OS PROJETOS DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA.....	23
3	MATERIAL E MÉTODO.....	24
3.1	PESQUISA DOCUMENTAL EM ACERVOS DIGITAIS.....	24
3.2	ENERGIA GERADA POR POTÊNCIA CONSTANTE.....	24
3.3	INDICADOR DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE CARBONO.....	24
3.4	TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA.....	25
3.5	MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO FOTOVOLTAICO TM^3	25
3.5.1	Irradiação Solar Diária Média Mensal.....	26
3.5.2	Horas de manutenção e limpeza.....	26
3.5.3	Fator de Depreciação.....	26
3.5.4	Estimativa de geração mensal.....	27
3.6	INDICADORES ECONÔMICOS.....	27
3.6.1	Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	28
3.6.2	Valor Presente Líquido (VPL).....	28
3.6.3	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	29
3.6.4	<i>Payback</i> Descontado.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
4.1	IMPACTOS DOS PROJETOS DE EXTENSÃO COM FOCO EM SUSTENTABILIDADE.....	31
4.2	UMA FAGULHA DE SUSTENTABILIDADE NA ESCURIDÃO: O PROJETO PONTO ILUMINADO.....	36
4.2.1	O projeto e sua implementação.....	37
4.2.2	Impactos do projeto.....	40

4.2.2.1	Segurança, visibilidade social e expansão do projeto.....	40
4.2.2.2	Geração de energia elétrica e redução da emissão de carbono.....	41
4.3	O CAMPUS MODELO PARA FUTUROS ENGENHEIROS: O PROJETO FEG-SUSTENTÁVEL NA FEG -UNESP.....	43
4.3.1	Modernização do sistema de iluminação.....	43
4.3.1.1	Impactos sociais.....	45
4.3.1.2	Impactos econômicos e ambientais.....	46
4.3.2	A central de geração solar.....	48
4.3.2.1	Estimativa de geração da central solar.....	51
4.3.2.2	Viabilidade econômica do projeto.....	58
4.3.3	Gestão de resíduos, economia de água, educação e sociedade.....	62
5	CONCLUSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

No período compreendido entre os séculos XVIII ao XXI, a humanidade passou por quatro revoluções industriais que transformaram profundamente sua relação com a natureza e o trabalho. Ao longo desse processo, foram aperfeiçoadas técnicas produtivas que possibilitaram amplo controle sobre os recursos naturais do planeta, promovendo um avanço sem precedentes na capacidade produtiva de bens e serviços.

A industrialização impulsionou o desenvolvimento de áreas essenciais ao bem-estar social, tais como saúde, comunicação, transporte e energia, contribuindo para o aumento da qualidade de vida humana e, assim, para o crescimento populacional. Todavia, o ritmo industrial acelerado também trouxe consigo efeitos colaterais significativos como a desigualdade social, a concentração de riquezas, a degradação ambiental e o uso exploratório dos recursos energéticos, indicativos alarmantes da impossibilidade de subsistência (Oliveira et al., 2012; Nascimento, 2012).

A Organização das Nações Unidas formaliza em 1987, no relatório intitulado “Nosso Futuro Comum”, o conceito do Desenvolvimento Sustentável, tema que tem ganhado cada vez mais relevância na comunidade acadêmica, que, por sua vez, procura estudar a implementação e o impacto de tecnologias sustentáveis na sociedade contemporânea (USP, 2021).

Nesse contexto, as universidades assumem um papel de destaque ao promover a difusão da cultura e do conhecimento por meio do ensino, da pesquisa e da extensão. Esta última, em particular, ao constituir um espaço de experimentação e aplicação prática de conhecimentos adquiridos por meio da pesquisa, viabiliza uma interação transformadora entre as universidades e as comunidades que integram.

Diante do exposto, este trabalho nasce da necessidade de avaliar, de forma integrada, os impactos sociais, econômicos e ambientais de iniciativas de sustentabilidade desenvolvidas no ambiente universitário. Especificamente, o projeto estudado em detalhes é a Iniciativa Ponto Iluminado, desenvolvida por alunos da Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Deste modo, busca-se compreender de maneira integrada a amplitude dos benefícios econômicos e socioambientais oriundos de sua implementação no campus da universidade.

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção, são descritos o objetivo geral e os objetivos específicos que nortearam a elaboração do trabalho.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar os impactos econômicos e socioambientais de iniciativas de sustentabilidade nas universidades, utilizando como estudo de caso a Iniciativa Ponto Iluminado.

1.1.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, o trabalho se propõe a:

- Estudar a bibliografia disponível de projetos de extensão com foco em sustentabilidade dentro e fora do Brasil;
- Estudar a história e evolução da Iniciativa Ponto Iluminado e os projetos desenvolvidos por ela, assim como seus impactos socioeconômicos;
- Demonstrar os impactos ambientais dos projetos da Iniciativa relacionados à geração de energia solar fotovoltaica, estimando a redução da emissão de CO_2 equivalente na atmosfera;
- Estimar a geração de energia limpa da central de geração solar, assim como sua viabilidade econômica;
- Comparar os impactos da Iniciativa Ponto Iluminado com os projetos correlatos levantados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

De forma a favorecer a compreensão da relevância e atualidade do desenvolvimento sustentável no mundo e no Brasil, faz-se necessário o levantamento histórico de seu início e evolução ao longo dos anos.

Ainda, de maneira a correlacionar este tema ao desenvolvimento de iniciativas sustentáveis em ambiente universitário, é imprescindível a compreensão acerca de em que consistem os projetos de extensão acadêmica e seus impactos dentro e fora das universidades.

2.1 RELEVÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Procurando relacionar a relevância deste trabalho às produções científicas já existentes, foi realizada uma busca na base de dados Scopus por meio de acesso via Portal de Periódicos Capes. As palavras chaves utilizadas foram “Sustainability”, “University Project” ou “University Program”, a partir das quais foram levantados gráficos do tipo “mapa de árvore”, os quais são constituídos de campos de incidência de publicações relacionadas aos termos pesquisados.

É apresentado na Figura 1 a quantidade de produções acadêmicas publicadas de 2004 a 2024 relacionadas ao termo “Sustainability” em 10 diferentes áreas do conhecimento, totalizando 469.912 publicações.

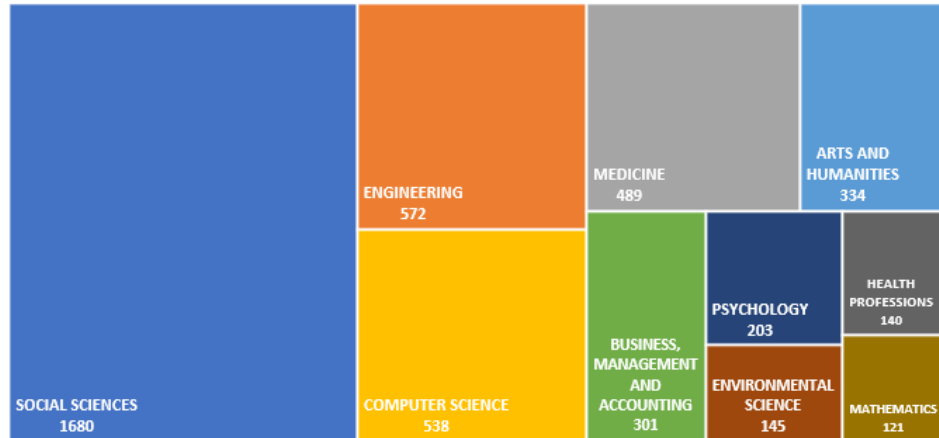
Figura 1 - Quantidade de publicações científicas relacionadas ao termo “Sustainability”.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados disponíveis no Scopus (2025).

De maneira similar, é apresentado na Figura 2 a quantidade de publicações científicas relacionadas ao termo “University Project” ou “University Program” publicadas durante o mesmo período em 10 diferentes áreas do conhecimento, totalizando 3.296 publicações.

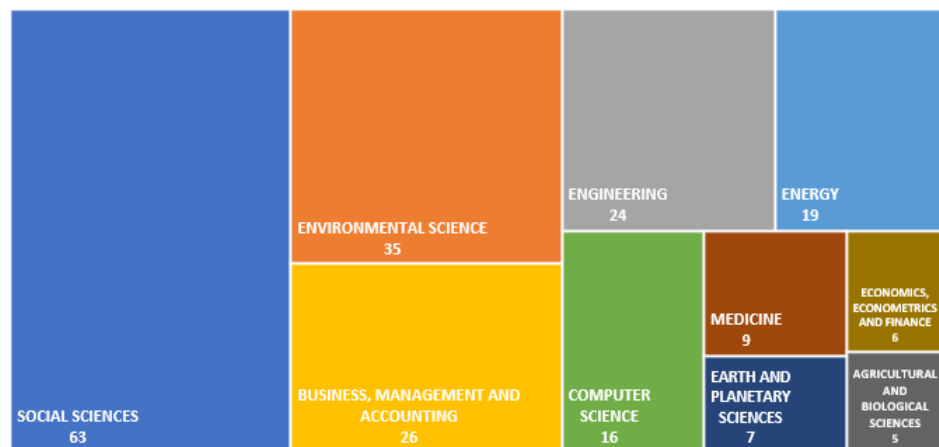
Figura 2 - Quantidade de publicações científicas relacionadas ao termo “University Project” ou “University Program”.



Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados disponíveis no Scopus (2025).

A busca combinada dos três termos durante o mesmo período é apresentada na Figura 3. A busca retornou apenas 124 publicações dentro do período estabelecido, das quais apenas 24 são relacionadas ao tema de Engenharia, o que sugere a existência de um campo ainda pouco explorado academicamente.

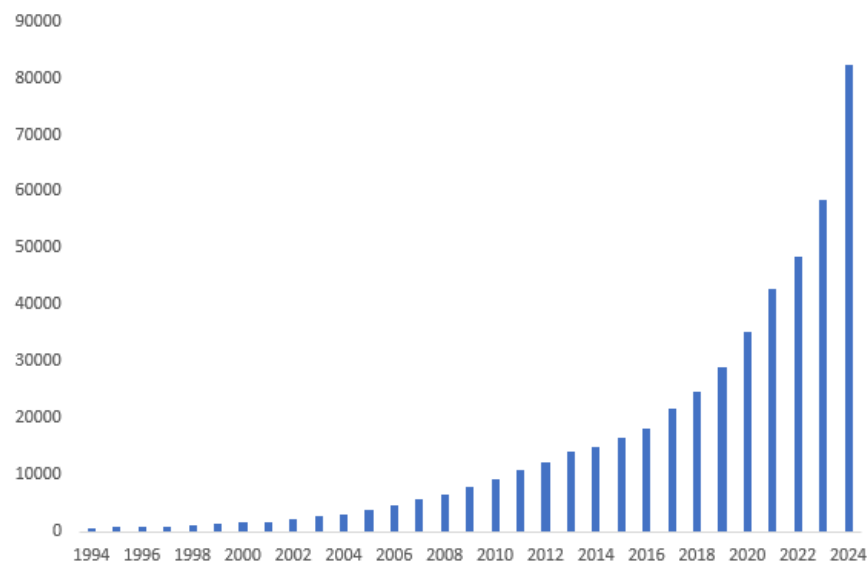
Figura 3 - Quantidade de publicações científicas relacionadas aos termos “Sustainability” e “University Project” ou “University Program”.



Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados disponíveis no Scopus (2025).

Ainda utilizando a base de dados Scopus, fora levantada a quantidade de publicações científicas por ano relacionadas ao termo “Sustainability” no período de 1994 a 2024. A escolha do ano de 1994 é justificada pela criação do Tripé da Sustentabilidade por John Elkington, marco inaugural da incorporação da visão ecológica nas empresas (FECAP, 2021). O levantamento é apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Quantidade de publicações científicas por ano relacionadas ao termo “Sustainability” de 1994 a 2024.



Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados disponíveis no Scopus (2025).

Pelos dados apresentados, é possível notar que desde 1994 a quantidade de publicações acadêmicas sobre este tema tem aumentado de maneira expressiva no cenário mundial, o que revela a atenção crescente da comunidade acadêmica em estudar a aplicação e impactos de ações sustentáveis na sociedade contemporânea.

2.2 SUSTENTABILIDADE: HISTÓRICO MUNDIAL

Do século XVIII ao XXI a humanidade testemunhou quatro revoluções industriais e tecnológicas que culminaram no desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas técnicas produtivas. Do motor a vapor à nanotecnologia, essas transformações possibilitaram um enorme crescimento da capacidade produtiva, acompanhado de igual crescimento populacional (Oliveira et al., 2012).

No entanto, o ritmo acelerado de crescimento em paralelo à constante necessidade de perpetuação industrial entre os países culminou em uma pluralidade de efeitos colaterais sobre a sociedade na qual o modelo produtivo se insere, tais como a desigualdade social, a concentração de riquezas, e o uso desenfreado de recursos naturais, levantando questões sobre a impossibilidade de subsistência (Nascimento, 2012).

A percepção de uma crise ambiental global tem suas raízes na década de 1950, momento em que a humanidade se dá conta dos efeitos da poluição nuclear. A ocorrência de chuvas radioativas a longínquas distâncias dos locais de detonação atômica, oriundos da então incipiente corrida espacial, acende o alerta de que os problemas ambientais não estão restritos geograficamente aos territórios emissores de poluentes (Machado, 2005).

As chuvas ácidas em países europeus levantaram, por sua vez, a compreensão acerca dos danos decorrentes do uso de inseticidas químicos e pesticidas em grandes lavouras, apontados pela bióloga Rachel Carson em seu livro *Silent spring* em 1962. Na época, a obra favoreceu a expansão de organizações conservacionistas americanas, beneficiando o incipiente movimento ambientalista (Pelliccioni, 2015).

Assim, em junho de 1972 é sediada na Suécia a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, que, conhecida como Conferência de Estocolmo, foi marco inaugural como a primeira conferência sobre meio ambiente realizada pela Organização das Nações Unidas, chamando a atenção internacional para as questões relacionadas ao uso desenfreado e exploratório do meio ambiente e sua consequente degradação (USP, 2021).

Fruto da cooperação de países desenvolvidos e não desenvolvidos, a conferência teve como um de seus principais resultados o nascimento do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), colocando as questões ambientais como cerne das preocupações internacionais (UNEP, 2022).

Nesse momento, cresce a concepção de que o desenvolvimento humano não apenas possui um cerceamento ambiental e econômico, como também uma dimensão social. Tal concepção culminou na produção do documento *Only One Earth* o qual apontava a crise ambiental como consequência do excesso de desenvolvimento de tecnologias agressivas e consumo aliados ao alto crescimento demográfico e baixo PIB *per capita* dos países subdesenvolvidos, sendo este último fator impulsionador do extrativismo e alta produção e consumo de produtos primários (Ward; Dubos, 1973).

Somente a partir de 1983, na Comissão Mundial das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), que a investigação acerca dos graves impactos das atividades humanas sobre o planeta nas décadas anteriores tomou forma. Como resultado desta

investigação, foi publicado, em abril de 1987, o Relatório “Nosso Futuro Comum”, também conhecido como Relatório Brundtland, que formalizou o conceito de desenvolvimento sustentável (USP, 2021).

O documento estabelece que o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações em atender suas próprias necessidades (Japiassú; Guerra, 2017). Nesse sentido, a sustentabilidade deve garantir de forma ética a equidade e qualidade de vida da presente e das próximas gerações a partir do uso consciente e responsável dos recursos limitados presentes no planeta. A carta deixa em aberto quais seriam as necessidades humanas atuais e das gerações futuras, atrelando a adoção do desenvolvimento sustentável à necessidade de justiça social, que seria fruto da redução de desigualdades sociais, do direito e expansão do acesso e consumo consciente dos bens necessários a uma vida digna e à perpetuação do compromisso ético com as gerações futuras (Nascimento, 2012).

Mais tarde, em 1989 foi aprovada pela Assembleia das Nações Unidas a convocação da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) para o ano de 1992, que ficou conhecida como “Cúpula da Terra” - por ter mediado acordos entre os Chefes de Estado dos 179 países presentes - ou ainda Rio-92, devido ao fato de acontecer na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. A assembleia foi marcada pelo entendimento do desenvolvimento sustentável como um desenvolvimento a longo prazo, e resultou na criação da Convenção da Biodiversidade e das Mudanças Climáticas, na confecção da Declaração do Rio e da Agenda 21 Global (Ministério do Meio Ambiente, 2012).

A Agenda 21 é um documento que estabelece diretrizes e princípios para a adoção e manutenção de um desenvolvimento econômico, social e ambiental equilibrados e eficientes, reconhecendo a interdependência entre os três fatores e a necessidade de sua integração para a garantia de um futuro sustentável. A partir de seus 40 capítulos que abordam temas relacionados a proteção ao meio ambiente até a erradicação da pobreza e a igualdade de gênero, o documento visa incentivar a colaboração entre governos, organizações não governamentais e a sociedade civil no objetivo comum de promover o desenvolvimento sustentável em níveis locais, nacionais e globais, sendo a mais abrangente tentativa já realizada de criar, em escala planetária, um instrumento de planejamento para a formação de sociedades sustentáveis no século XXI (Ministério do Meio Ambiente, 2012).

Posteriormente, em 1997 na cidade de Kyoto, no Japão, foi assinado o Protocolo de Kyoto durante a Conferência das Partes III, com o objetivo principal de propor metas para a redução da emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa à atmosfera oriundos das atividades

antrópicas (desenvolvidas principalmente em países desenvolvidos), dada as novas preocupações sobre o crescente aquecimento global (UNFCCC, 1998).

Já no ano de 2000, líderes mundiais se reuniram na sede da ONU em Nova York para a adoção da Declaração do Milênio. Neste documento, as nações participantes se comprometeram a alcançar, no período de 15 anos, oito metas que ficaram conhecidas como os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Entre as metas, o desenvolvimento sustentável despontou como objetivo essencial ao alcance da redução das taxas de pobreza extrema ao redor do globo (UNFPA, [20--]).

Passados quinze anos da adoção da Declaração do Milênio, em setembro de 2015, durante a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável na Assembleia Geral da ONU, fora firmada uma nova agenda: Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Baseados nos oito objetivos do ODM, que apresentaram avanços consideráveis na redução da pobreza global, no acesso à educação e à água potável, os dezessete novos ODS, apresentados na Figura 5, consistem em metas interconectadas que objetivam à erradicação da pobreza, a proteção ao meio ambiente e o clima, e à garantia de paz e prosperidade globais (ONU, [20--]).

Figura 5 - Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: ONU Brasil (2023).

Ainda, em dezembro de 2015, a 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) estabeleceu metas para limitar o aquecimento global a partir do Tratado de Paris. Comprometendo os países signatários a reduzirem suas emissões de gases do efeito estufa, o tratado propôs a limitação da média de

aumento da temperatura global em até 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (Ministério do Meio Ambiente, 2016).

Embora o Tratado de Paris e os ODS possam parecer distintos à primeira vista, ambos compartilham o objetivo central de favorecer a criação de um mundo mais sustentável, cooperativo e equitativo. Nesse sentido, nota-se a convergência de ambos no que diz respeito ao desenvolvimento e utilização de fontes energéticas limpas e acessíveis (ODS 7), tais como a hídrica, a eólica, a solar, entre outras que, emitindo menores quantidades de gases de efeito estufa (GEE) quando comparadas às fontes fósseis, promovem a mitigação do aquecimento global e a preservação dos recursos naturais em escala global (EPE, [20--]).

2.3 SUSTENTABILIDADE NO BRASIL

O início do delineamento da política ambiental federal brasileira data da década de 1930, momento em que o foco governamental era a exploração dos recursos naturais presentes em território nacional. Deste modo, as políticas ambientais objetivavam o controle racional destes recursos, visando a seu melhor uso econômico, enquanto não continham real intenção de preservação ecológica deles. Neste período, tomam forma as primeiras legislações voltadas a esta administração: o Código de Águas (Decreto nº24.643/1934) e o Código Florestal (Decreto nº23.793/1934) (Moura, 2016).

Três décadas depois, em 1960, a preocupação ambiental ganhou forte impulso social em face ao crescimento, principalmente, dos setores metalúrgico, químico, automobilístico e têxtil (Moura, 2016). Estimulado pelo Governo Federal na que ficou conhecida como política de “Substituição de Importações”, o desenvolvimento industrial nacional, embora tenha proporcionado a modernização do país e sua inserção no mercado global, trouxe consigo questões ambientais relacionadas ao consumo desenfreado de recursos naturais (Ogrysko, 2004).

Nesse contexto, foi criado, em 1967, o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), no intuito de administrar as áreas protegidas pelos Parques Nacionais distribuídos pelo país, fazendo cumprir as determinações do Código Florestal de 1934 e, por consequência, se tornando responsável pela implantação de medidas que visassem a utilização racional, a proteção e a conservação dos recursos naturais renováveis (Cesar, 2010).

Na década de 1970, foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA) (1973), que, vinculada ao Ministério do Interior, ficou responsável pelo problema do controle da poluição industrial e urbana. Na mesma década, também são criados o Centro Tecnológico de

Saneamento Básico (Cetesb) em São Paulo (1973) e a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema) no Rio de Janeiro (1975), ambas com o objetivo de gerir o meio ambiente de seus respectivos estados a partir de ações como: monitoramento de parâmetros ambientais (qualidade do ar, água, solo); fiscalização de atividades com potencial poluente; gerenciamento de resíduos sólidos e promoção de sua correta reciclagem; educação ambiental, entre outros (CETESB, 2024).

Em 1981 a Lei nº6.938/81 outorga, então, a Política Nacional do Meio Ambiente, responsável pela criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o qual estabeleceu pela primeira vez, em caráter descentralizador, diretrizes, instrumentos e atribuições para a Federação atuar na política ambiental nacional. Três anos depois viria, então, a criação do Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, com a função de definir políticas ambientais, coordenando as atividades governamentais na área ambiental (Moura, 2016).

Na mesma década, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, também conhecida como Constituição Cidadã, reconhece a preservação ambiental como sendo uma questão pública, uma vez que, sendo o meio ambiente um bem público, sua preservação é de responsabilidade comum entre governo, sociedade e instituições (BRASIL, 1988).

O compromisso partilhado entre o Poder Público e a coletividade para a manutenção de um ambiente equilibrado é descrito como:

Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988, cap. VI, art. 225).

2.4 O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

A educação desempenha um papel fundamental na formação do indivíduo como ser social, possibilitando o pleno exercício de seus direitos e deveres como cidadão de um estado democrático. Nesse sentido, a educação proporciona não apenas o conhecimento essencial acerca das ciências humanas e naturais, como também fornece as ferramentas necessárias para que os indivíduos participem ativamente da sociedade que integram, contribuindo, assim, para seu progresso em prol do bem comum (Vasconcelos, 2007).

Sendo capaz de compreender os mecanismos que regem os sistemas naturais e sociais através da instrução e exposição à informação, o indivíduo assume, então, o papel de membro protagonista no processo cíclico de ensino e aprendizagem, desenvolvendo e aperfeiçoando habilidades e competências através de uma conduta ética que condiz diretamente ao pleno exercício de sua cidadania (Roos; Becker, 2012).

Assim, tendo os problemas ambientais diagnosticados, o processo educacional atua como um incentivo ao interesse do indivíduo pela preservação do meio em que está inserido, propiciando não apenas sua sensibilização aos impactos ambientais oriundos da ação humana, como também a consciência necessária para a tomada de decisões que os mitiguem (Roos; Becker, 2012).

Frente à crise socioambiental enfrentada nos últimos anos, o investimento em técnicas educacionais que façam frente a esta problemática pode contribuir na construção de um pensamento social integrado, ambientalmente responsável e que conduza a sociedade à concepção de novas formas de agir e interagir coletivamente, fomentando a consciência ecológica necessária para a crescente adoção de práticas cotidianas sustentáveis (Matos; Batista; Paula, 2020).

A abordagem ambiental na educação brasileira tem suas raízes no movimento ambientalista da década de 1960, momento de intensas críticas e denúncias aos impactos ambientais decorrentes da ampliação industrial predatória em solo nacional. Ainda que as críticas feitas durante este período pouco considerassem as dimensões sociais e políticas dos problemas ambientais, a ideia da elaboração de uma educação voltada ao cenário ambiental impregnou o contexto pedagógico da época, tornando-se fundamental ao seu posterior desenvolvimento (Matos; Batista; Paula, 2020).

Até a década de 1970, o desenvolvimento de discussões ambientais em escolas pouco fora estimulado pelo governo brasileiro. Vivendo um momento de acelerado crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (conhecido como “milagre econômico”), o governo ditatorial assumiu posição resistente aos novos anseios mundiais pela redução da degradação ambiental disseminados pela Conferência de Estocolmo de 1972, pois os via como um empecilho ao desenvolvimento do país (Rufino; Crispim, 2015).

Como resultado de pressões internacionais que colocavam como requisito medidas de proteção ambiental para a concessão de investimentos e empréstimos, em 1973 o Governo Federal institucionalizou a educação ambiental por meio da criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente que, vinculada ao Ministério do Interior, tinha por uma de suas atribuições promover atividades educativas voltadas às questões ambientais (Matos; Batista; Paula, 2020).

Após o entendimento do meio ambiente como bem de uso comum e de direito universal, proporcionado pelo artigo 225º da Constituição Cidadã de 1988 (BRASIL, 1988), ficou claro que uma das competências do poder público para a garantia deste direito deveria ser a promoção e estímulo de um ensino ecologicamente consciente em todos os níveis curriculares.

De modo a reforçar o dever do Ministério da Educação e das instituições de ensino superior em promover a adequação curricular com a temática ambiental, foi elaborada durante a Rio-92 a Carta Brasileira para a Educação Ambiental, que definiu as diretrizes estratégicas para o alcance da sustentabilidade através do ensino nacional (Matos; Batista; Paula, 2020).

Com a criação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em 1992, a educação ambiental no Brasil consolidou-se de maneira branda, sendo também criados os Núcleos de Educação Ambiental e os Centros de Educação Ambiental, objetivando o fomento de atividades multidisciplinares e estratégias para a consolidação de uma ampla rede de discussão sobre a educação ambiental no país (BRASIL, 2004).

Posteriormente, em 1994, foi lançado em nível federal o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), desenvolvido pela parceria entre os Ministérios da Educação, do Meio Ambiente, da Cultura e da Ciência e Tecnologia. Relacionando aspectos sociais, ecológicos, econômicos, políticos, culturais, tecnológicos e éticos, o programa passou a tratar o tema como prática dialógica no intuito de despertar uma consciência crítica e comprometimento social nacional com as problemáticas ambientais (BRASIL, 2005).

Assim, em 1997 toma forma a 1ª Conferência Nacional da Educação Ambiental, a qual reuniu educadores, estudantes, autoridades e sociedade civil em uma colaboração inédita para a discussão de tendências e identificação de perspectivas e estratégias futuras na abordagem da educação ambiental no Brasil. Ainda, no mesmo ano, foram lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os quais apresentavam novas propostas pedagógicas para o tratamento a ser dado à construção das grades curriculares nas escolas, indicando a questão ambiental como tema de trabalho transversal, uma vez que permeia uma pluralidade de áreas do conhecimento (BRASIL, 1997).

Finalmente, em 1999, é aprovada a lei nº 9.795/99, que estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental, a qual passou a considerar a educação ambiental como componente curricular essencial e permanente da educação em território nacional, devendo, portanto, estar presente de forma articulada em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (BRASIL, 1999).

2.5 O ENSINO SUPERIOR NO BRASIL E OS PROJETOS DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

As universidades brasileiras têm sua origem nas necessidades nacionais de desenvolvimento econômico, social, cultural e político, de maneira que os conhecimentos ali gerados atendam à produção e acumulação de saberes contribuintes à formação dos cidadãos. Distribuídas por todo o território nacional e sendo dotadas de caráter inovador, inquietador e revolucionário, as universidades possuem como função primordial promover e difundir a cultura, a moralidade e a intelectualidade.

Em um mundo globalizado como o contemporâneo, de cada vez mais rápida obsolescência de tecnologias e alto fluxo de informações, o homem passa a desempenhar papel central como capital intelectual e inovador devido à sua capacidade de adaptação e poder de transformação do meio que o cerca. Nesse sentido, preparar profissionais capacitados a utilizar novos equipamentos e desempenhar novas funções passa a ser responsabilidade das universidades, de forma que a formação acadêmica ali presente promova transformações diretas nas comunidades nas quais estas estão inseridas.

A extensão universitária se destaca, então, de maneira a viabilizar uma interação transformadora entre as universidades e as comunidades que integram. Funcionando como uma ponte entre o ensino superior e os diversos setores da sociedade, os projetos desenvolvidos pelas organizações universitárias levam assistência e inovação à comunidade, enquanto recebem dela influxos positivos em forma de retroalimentação (Nunes; Silva, 2011).

Por meio da extensão universitária, o ensino superior adquire a importante capacidade de inserir na comunidade os conhecimentos da qual é pioneira, produzidos pela pesquisa e divulgados através do ensino. É, portanto, uma maneira de democratização do conhecimento que, uma vez propagado fora das limitações físicas do ambiente universitário, atua de modo a conduzir a sociedade no enfrentamento das problemáticas contemporâneas (Silva, 1997).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção, são discutidos os métodos empregados na elaboração do trabalho. Assim, é descrito o processo de pesquisa, assim como as equações e procedimentos utilizados para a obtenção de dados úteis às análises propostas.

3.1 PESQUISA DOCUMENTAL EM ACERVOS DIGITAIS

Procurando contextualizar a influência dos projetos extensionistas universitários voltados à sustentabilidade, de maneira nacional e internacional, foi feita uma ampla pesquisa de teses, artigos, revistas e periódicos através de sites como Science Direct, Scopus, Scholar Google, Scielo, entre outros, cujos acessos são garantidos pelo VPN da UNESP – Guaratinguetá. Esse material foi utilizado de maneira a facilitar a visualização das ações extensionistas ao redor do mundo, assim como os impactos socioeconômicos gerados por suas atividades.

Ainda, foi feita uma ampla pesquisa nos acervos digitais da Iniciativa Ponto Iluminado, onde foi possível obter dados de projetos, relatórios, diagramas técnicos, pesquisas de opinião e trabalhos correlatos, úteis para o dimensionamento de sua história e impactos, obtidos através de ações desenvolvidas pela Iniciativa dentro e fora do campus universitário.

3.2 ENERGIA GERADA POR POTÊNCIA CONSTANTE

A relação entre energia, potência e tempo para um sistema de potência constante ao longo do tempo, pode ser expressa pela equação (1).

$$E = P \cdot t \quad (1)$$

Sendo:

E : Energia gerada pelo sistema [Wh];

P : Potência do sistema [W];

t : tempo [h].

3.3 INDICADOR DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE CARBONO

Uma vez que os sistemas fotovoltaicos se configuram como alternativas de geração limpa de energia, torna-se possível a análise quantitativa da redução de dióxido de carbono na atmosfera associada à sua operação.

Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, os fatores de emissão médios de dióxido de carbono associados à energia elétrica têm por objetivo estimar a quantidade desta substância que é emitida à atmosfera pela operação de determinado processo de geração de energia elétrica (BRASIL, 2025).

Portanto, o fator de emissão médio pode ser utilizado para quantificar as emissões oriundas da operação de painéis solares fotovoltaicos através da equação (2).

$$CO_2e = E.FM \quad (2)$$

Sendo:

CO_2e : quantia de dióxido de carbono evitado [tCO_2];

E : energia gerada [MWh];

FM : fator de emissão médio [tCO_2 /MWh].

3.4 TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema elétrico brasileiro funciona de forma que as geradoras produzem energia, as transmissoras fazem seu transporte do ponto de geração até os centros de consumo, e as distribuidoras garantem seu acesso pelo consumidor final.

Dessa forma, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelece tarifas que consideram as despesas do momento da geração da energia elétrica, seu transporte e distribuição às unidades consumidoras. O consumidor final, ao pagar sua conta de luz, então, paga pela compra da energia, sua transmissão e distribuição, além de encargos setoriais e tributos instituídos por lei (ANEEL, 2022).

O histórico de tarifas de energia elétrica instituídas ao longo dos anos é disponibilizado pela ANEEL em seu banco de dados *online*. Neste trabalho, estes dados foram utilizados para quantificar as economias oriundas da operação dos sistemas fotovoltaicos analisados.

3.5 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO FOTOVOLTAICO TM³

De maneira a estimar a quantidade de energia elétrica gerada pelo sistema fotovoltaico analisado neste trabalho, foi utilizado o Método de Dimensionamento Fotovoltaico TM³. Inicialmente, são levantados dados históricos de temperatura e de irradiação solar diária média para a localização geográfica na qual o sistema fotovoltaico opera.

Neste trabalho, os dados históricos de temperatura foram obtidos *online* por meio do *site* Climate Data. Os dados de irradiação solar foram obtidos, também de forma *online*, por meio do programa SunData, desenvolvido pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB).

Estes dados são fundamentais para o processo de cálculo do método, explicado a seguir.

3.5.1 Irradiação Solar Diária Média Mensal

Em posse dos dados de irradiação solar diária média mensais das três estações de medição mais próximas ao ponto de interesse, é possível obter os valores de irradiação solar diária média mensais para o ponto de interesse a partir da equação (3).

$$I_{med} = \frac{\frac{I_1}{D_1} + \frac{I_2}{D_2} + \frac{I_3}{D_3}}{\frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2} + \frac{1}{D_3}} \quad (3)$$

Sendo:

I_{med} : Irradiação diária média mensal do ponto de interesse [kWh/m². dia];

I_n : Irradiação diária média mensal do ponto de medição n [kWh/m². dia];

D_n : distância linear entre a estação de medição n e o ponto de interesse [km].

3.5.2 Horas de manutenção e limpeza

Em seguida, o método estipula a definição de meses em que sejam feitos procedimentos de manutenção e limpeza dos painéis. Deste modo, acumulam-se 720 horas por mês a cada mês sem estes procedimentos.

3.5.3 Fator de Depreciação

O fator de depreciação é calculado através da equação (4).

$$\begin{aligned} \text{Se } T > 17 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad F_{TM^3} = & 0,995 [1 - (|A_I - A_R| \cdot 2,31 \cdot 10^{-3})] [1 - (6,2 \cdot 10^{-6} h)] \\ & \cdot (5 \cdot 10^{-6} T^2 - 9 \cdot 10^{-4} T + 0,9702) \frac{1}{1 - [4,2 \cdot 10^{-3}(T + 23)]} \end{aligned}$$

$$\text{Se } T < 17 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad F_{TM^3} = 0,995 [1 - (|A_I - A_R| \cdot 2,31 \cdot 10^{-3})] [1 - (6,2 \cdot 10^{-6} h)] \\ \cdot (5 \cdot 10^{-6} T^2 - 9 \cdot 10^{-4} T + 0,9702) \frac{1}{1 - [4,2 \cdot 10^{-3}(T + 23)]}$$

Sendo:

F_{TM^3} : Fator de depreciação;

T : Temperatura média do mês de geração [$^{\circ}\text{C}$];

A_I : Angulação ideal de instalação do painel fotovoltaico;

A_R : Angulação real de instalação do painel fotovoltaico;

h : Tempo acumulado entre procedimentos de manutenção e limpeza [h];

3.5.4 Estimativa de geração mensal

Por fim, estima-se a geração mensal do sistema fotovoltaico através da equação (5).

$$G_{\text{mês}} = N_p I_{\text{med}} A_p \eta F_{TM^3} 30 \quad (5)$$

Sendo:

$G_{\text{mês}}$: Geração mensal estimada [kWh];

N_p : Número de painéis em operação;

I_{med} : Irradiação solar diária média mensal [kWh/m². dia];

A_p : Área útil de geração do painel fotovoltaico [m²];

η : Eficiência nominal do painel fotovoltaico;

F_{TM^3} : Fator de depreciação TM^3 .

3.6 INDICADORES ECONÔMICOS

A análise de viabilidade econômico-financeira do projeto da central de geração solar foi realizada a partir da utilização de técnicas de análises de investimentos, que são: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o método do *Payback* Descontado.

Desta forma, é necessário entender em que consiste cada método, assim como fazer uma breve apresentação do conceito de Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

3.6.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

A Taxa Mínima de Atratividade, também conhecida como custo de oportunidade do capital, representa a taxa de juros que expressa o retorno mínimo esperado por um investidor ao realizar um determinado investimento (Schroeder et al., 2005).

Uma vez que critérios financeiros tradicionais na literatura, como o VPL e a TIR, são baseados em fluxos de caixa descontados a uma determinada taxa, a TMA se estabelece como um pilar fundamental em seu desenvolvimento (Schroeder et al., 2005).

A TMA pode ser definida de acordo com a política de cada investidor ou empresa, e varia de acordo com o escopo do projeto avaliado, funcionando como parâmetro de análise de viabilidade de um projeto de investimento.

3.6.2 Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido, também conhecido como valor atual líquido, de um projeto de investimento, é definido pela soma do valor atual das entradas de caixa, isto é, os retornos de capital esperados, menos o valor atual das saídas de caixa, ou seja, os investimentos realizados (Rebelatto, 2004).

Uma vez que considera o valor do dinheiro no tempo, ou seja, a valorização da moeda, o VPL é capaz de refletir a riqueza do investimento atualizada em valores monetários, sendo considerado um dos instrumentos mais sofisticados na avaliação de um projeto de investimento (Rebelatto, 2004).

O VPL é expresso pela equação (6).

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (6)$$

Sendo:

VPL : Valor Presente Líquido [R\$];

FC_j : Fluxo de caixa do período considerado [R\$];

i : Taxa de desconto;

FC_0 : Investimento inicial [R\$];

n : Período total;

j : Período em análise;

Uma vez calculado o VPL para um período desejado, caso o resultado seja maior que zero, aceita-se o projeto. Caso o resultado seja negativo, rejeita-se o projeto. Por último, caso o resultado seja igual a zero, é indiferente aceitar ou não o projeto (Rebelatto, 2004).

3.6.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno, também conhecida como taxa interna efetiva de rentabilidade, é a taxa de desconto que zera o VPL. Em outras palavras, é a taxa capaz de igualar o investimento inicial do projeto ao valor atual líquido dos fluxos de entrada de caixa em determinado período (Rebelatto, 2004).

Uma das ferramentas mais utilizadas na avaliação de projetos econômicos, a TIR deve ser comparada com a TMA, de modo que, se for maior ou igual a ela, o projeto deve ser aceito. Do contrário, o projeto deve ser rejeitado (Rebelatto, 2004).

A equação (7) define o cálculo da TIR.

$$FC_0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1 + TIR)^j} \quad (7)$$

Onde:

FC_0 : Investimento inicial [R\$];

FC_j : Fluxo de caixa do período considerado [R\$];

i : Taxa de desconto;

n : Período total;

TIR : Taxa Interna de Retorno;

j : Período em análise.

3.6.4 Payback descontado

O método do *Payback* descontado, também conhecido como método do período de retorno do capital, é uma técnica de análise de investimentos utilizada por investidores e empresas para determinar o tempo necessário de retorno do capital investido (Rebelatto, 2004).

Trata-se de uma evolução do método do *Payback* simples, uma vez que considera o valor do dinheiro no tempo, trazendo cada fluxo de caixa futuro para o valor presente, utilizando a TMA ou o custo de capital da empresa como taxa de desconto (Ross et al., 2015), conforme a equação (8).

$$VP = \frac{FC_n}{(1 + i)^n} \quad (8)$$

Sendo:

VP : Valor Presente [R\$];

FC_j : Fluxo de caixa no período n [R\$];

i : Taxa de desconto;

n : Período considerado;

Em sequência, os valores atualizados ano a ano são somados até que a operação se iguale ao montante investido, período esse denominado de período de *payback* (Ross et al., 2015).

Este método estabelece uma comparação direta entre o tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado e o tempo de vida útil do projeto, de modo que o último define o prazo máximo para que o capital investido seja retornado (Rebelatto, 2004). Desta forma, a condição essencial para que o projeto seja aceito, segundo o método, é de que o tempo de *payback* seja inferior ao tempo de vida útil dele.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção é dedicada à apresentação e à discussão dos resultados alcançados por meio da aplicação dos métodos detalhados no capítulo anterior.

Inicialmente, realiza-se uma contextualização mais ampla, onde são explorados os impactos gerados por projetos de extensão universitária com foco em sustentabilidade, tanto no cenário internacional como nacional. Em seguida, o capítulo se aprofunda na Iniciativa Ponto Iluminado, detalhando sua história e evolução ao longo dos anos, abrangendo seus impactos socioeconômicos e ambientais.

4.1 IMPACTOS DOS PROJETOS DE EXTENSÃO COM FOCO EM SUSTENTABILIDADE

A extensão universitária promove a ponte entre universidade e sociedade e, assim, se destaca ao lado do ensino e da pesquisa como pilar essencial no ensino superior, garantindo a transposição do conhecimento adquirido em sala de aula por meio de projetos socialmente transformadores.

Nesse sentido, projetos de extensão com enfoque em sustentabilidade têm ganhado relevância na comunidade por seu potencial conscientizador no que tange à adoção de práticas sustentáveis. Diversos estudos e iniciativas acadêmicas revelam benefícios significativos, tanto na esfera acadêmica quanto socioeconômica, quando tais projetos são orientados por princípios sustentáveis.

Como exemplo, nos Estados Unidos da América, o centro de pesquisa Sustainable Technology Optimization Research Center (STORC), desenvolvido e continuado por alunos e professores da Universidade Estadual de Sacramento, Califórnia, desde 2012, promove a pesquisa e aplicação de tecnologias sustentáveis em áreas como agricultura urbana, gestão de resíduos sólidos e energia renovável (Sacramento State University, 2022).

Em seu relatório de 2021-2022, o projeto “Campus Surplus”, que objetiva a coleta e redistribuição de móveis e eletrônicos em boas condições dentro do campus, proporcionou uma economia de mais de US\$ 600.000,00 com a reutilização de itens como gabinetes, mesas e cadeiras de escritório. Anteriormente à adoção da iniciativa, os móveis eram comumente descartados antes do fim de sua vida útil, gerando, além de gastos desnecessários para os departamentos na compra de novos produtos, quantias expressivas de resíduos sólidos (Sacramento State University, 2022).

Ainda, o centro de pesquisa possui projetos relacionados a eficiência energética e geração de energia solar fotovoltaica, como o “Campus Solar”, que consistiu na implementação de painéis solares para a geração de energia limpa, somando uma capacidade total de geração de 2,5MW; e o “Yosemite Lighting Upgrade”, responsável pela substituição de luminárias antigas por LEDs de alta eficiência, promovendo a redução do consumo energético em 7500 W por hora em iluminação no centro esportivo do campus (Sacramento State University, 2022).

Comprometendo-se em acelerar o avanço da sustentabilidade institucional, a Universidade do Arizona, na cidade de Tucson, estado do Arizona, EUA, fundou em 2011 o Escritório de Sustentabilidade. Com a missão de difundir soluções colaborativas interdisciplinares centradas no aluno e que fossem ambientalmente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis, o grupo, formado por servidores internos e extensões estudantis, ganhou notoriedade em 2018, momento em que a Universidade reforçou a sustentabilidade e assumiu um compromisso mais incisivo no alcance da neutralidade climática até 2040 (University of Arizona, 2023).

Desde então, o grupo tem transformado a realidade dentro e fora do campus através de projetos que envolvam temas como a utilização de energia renovável, compostagem, jardinagem orgânica urbana, entre outros, os quais têm atraído gradualmente a colaboração de programas e iniciativas exteriores para dentro do campus (University of Arizona, 2023).

Um exemplo desta colaboração é a parceria realizada, em 2019, entre a Universidade do Arizona e a companhia de energia elétrica Tucson Electric Power (TEP), objetivando que 100% da eletricidade comprada da empresa fosse oriunda de fontes renováveis como a eólica e a solar. Como resultado, em julho de 2021 a iniciativa reduziu em quase um terço a pegada total de gases de efeito estufa do campus, sendo até hoje o maior acordo bilateral envolvendo energia renovável celebrado entre um campus e um órgão de serviços públicos na América do Norte (University of Arizona, 2021).

O acordo também incluiu a criação de dois locais de demonstração de energia solar no campus, além de uma instalação educacional interativa. Um dos locais de demonstração consiste em um sistema fotovoltaico instalado no telhado do prédio de Meio Ambiente e Recursos Naturais da Universidade (ENR2), que, combinado ao cultivo de 35 espécies de plantas nativas, perenes e anuais, forma um sistema híbrido de agricultura com energia solar (University of Arizona, 2021). O sistema de painéis solares instalados no telhado do ENR2 é mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Sistema de painéis solares instalados no telhado do ENR2.



Fonte: Choi (2021).

A Simon Fraser University (SFU) em Vancouver, no Canadá, por sua vez, possui um programa de desenvolvimento sustentável integrado aos cursos oferecidos dentro da universidade. A partir da colaboração de parceiros internos da universidade com a comunidade externa, os estudantes são instigados a idealizar e projetar soluções reais para desafios urbanos e ambientais (Stepan et al., 2018).

Em um de seus projetos, realizado em 2018 em parceria com a cidade de Vancouver e denominado “Recycling Education and Bin Locations Study”, os estudantes buscaram identificar por que os residentes de Vancouver não estavam aderindo à reciclagem de resíduos sólidos, em vista que cerca de 13% do lixo da cidade era constituído de materiais recicláveis destinados a aterros de maneira indevida. O projeto concluiu que, embora essas pessoas tivessem noção da importância do tema, existia uma lacuna significativa no conhecimento de como separar materiais corretamente, o que levava à interrupção do correto fluxo dos processos de reciclagem (Stepan et al., 2018).

Como solução, os estudantes levantaram a possibilidade de investimentos da cidade na difusão midiática de instruções a respeito da correta triagem dos materiais, assim como a implementação de contentores com código de cores padronizados em cada região de Vancouver, promovendo maior clareza visual na hora da separação do lixo por parte dos residentes (Stepan et al., 2018). O estudo revela, então, que a colaboração entre órgãos municipais e a universidade é capaz não apenas de gerar insights úteis para os objetivos das cidades, como também produzir dados direcionados no desenvolvimento dos melhores métodos de solução.

No cenário brasileiro, o projeto “Conectando Ideias”, desenvolvido pela colaboração entre professores e alunos da Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS) em 2022, teve como objetivo fomentar a inovação tecnológica e socioambiental em 10 regiões do estado de Tocantins com baixos Índices de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). Focando no ODS 4, que visa à garantia da educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e no ODS 9, que, por sua vez, trata sobre a edificação e manutenção de uma industrialização inclusiva e sustentável, foram elaboradas consultas com *stakeholders* locais, como gestores de escolas, professores e líderes comunitários, possibilitando a identificação das necessidades específicas das comunidades participantes, assim como os desafios socioeconômicos presentes (Jacundá; Costa; Vicente, 2024).

Desse modo, atividades como exposições itinerantes, seminários temáticos e oficinas práticas foram planejadas e aplicadas com abordagens participativas, promovendo a adesão dos membros das comunidades na confecção de soluções inovadoras e sustentáveis para os problemas identificados (Jacundá; Costa; Vicente, 2024).

O seminário “Meninas e Mulheres Inovadoras”, realizado em março de 2023 em Paraíso do Tocantins, por exemplo, teve como objetivo fomentar a participação feminina na ciência e tecnologia, conseguindo atrair um público expressivo e gerando discussões pertinentes e inspiradoras a respeito do papel da mulher no desenvolvimento de novas tecnologias (Jacundá; Costa; Vicente, 2024).

Envolvendo mais de 200 estudantes da UNITINS, o projeto possibilitou a formação de redes de colaboração entre a universidade e instituições como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), fortalecendo a capacidade das comunidades de se engajarem em atividades de inovação e desenvolvimento sustentável. O resultado revela a capacidade da extensão universitária, quando bem planejada, de assumir um papel transformador no desenvolvimento comunitário (Jacundá; Costa; Vicente, 2024).

De maneira similar, um estudo desenvolvido pelo Núcleo de Educação Ambiental (NEA) da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro) em Turvo, Paraná, enfatiza a importância da colaboração entre a universidade e a comunidade local na confecção e aplicação de projetos de preservação ambiental e desenvolvimento sociorregional (Taques et al., 2022).

Iniciado em 2018 e tendo sua conclusão em 2021, o projeto intitulado “Estações Ecológicas Municipais de Turvo: Levantamento da biodiversidade, indicadores ecológicos de qualidade da água e a intervenção socioambiental em comunidades do município” obteve sucesso em sensibilizar a comunidade participante e a gestão municipal a respeito da

necessidade de conservação das Estações Ecológicas municipais de Turvo, não se limitando a implicações ambientais, mas também sociais, econômicas, políticas e culturais (Taques et al., 2022).

Os autores afirmam que a Universidade, ao articular parcerias com o poder público e fomentar a interação com as comunidades locais, potencializa nestas a construção de seus próprios processos de desenvolvimento sociorregionais (Taques et al., 2022).

Um estudo levantado no campus Monteiro do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) em 2024 analisou as contribuições de projetos de extensão desenvolvidos nos anos de 2017 e 2018 relacionados ao eixo ambiental. De um total de 24 projetos de extensão realizados pelo campus nesse período, 4 se relacionaram com questões ambientais, contribuindo com 8 dos 17 ODS e alcançando 15 metas nacionais da Agenda 2030 (Andrade; Pinto, 2024).

O ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação) esteve presente em todos os projetos, pois todos tiveram ao menos um parceiro externo à universidade. Esse fato revela a importância de agentes sociais, como ONGs, órgãos públicos, empresas privadas e sociedade civil no financiamento, edificação e manutenção dos projetos desenvolvidos dentro das universidades (Andrade; Pinto, 2024).

Ainda, o estudo revelou que as ações extensionistas conseguiram promover a interiorização dos ODS no município de Monteiro e Região, criando uma cultura de inclusão, segurança, resiliência, produção e consumo sustentáveis nas cidades e assentos humanos afetados (Andrade; Pinto, 2024).

A partir dos exemplos expostos é possível inferir que a extensão universitária é um instrumento capaz de gerar impactos significativos e duradouros nas comunidades onde atua, possibilitando a inter-relação da universidade com a sociedade no enfrentamento de problemáticas contemporâneas, tal qual o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, a partir de metodologias participativas, a extensão engaja uma audiência diversificada, não se limitando a professores e estudantes, atingindo, assim, organizações e membros da comunidade exterior às universidades.

Quando associada à educação ambiental, a extensão contribui para a inserção e enraizamento de práticas sustentáveis que, além de corroborarem com os ODS estabelecidos pela ONU, transformam o coletivo de maneira virtuosa no enfrentamento das problemáticas contemporâneas. Esse movimento permite aos indivíduos o desenvolvimento do pensamento crítico e de habilidades práticas úteis para a inovação e o enriquecimento de sua própria realidade.

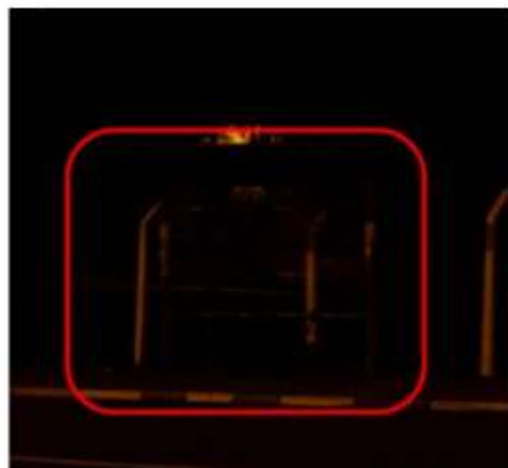
4.2 UMA FAGULHA DE SUSTENTABILIDADE NA ESCURIDÃO: O PROJETO PONTO ILUMINADO

Em meados de 2014, frequentes assaltos assolavam os alunos da Faculdade de Engenharia e Ciências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Guaratinguetá, em seu caminho de acesso ao portão principal da universidade, localizado na Avenida Doutor Ariberto Pereira da Cunha (Globo, 2014).

Instigados em encontrar soluções para o problema, um grupo de alunos, membros do Ramo Estudantil IEEE Guaratinguetá, situado na universidade, procurou identificar os horários e condições em que esses incidentes ocorriam. Os alunos identificaram que a maior incidência de assaltos ocorria no período noturno, e se dava principalmente pela precariedade no sistema de iluminação nas redondezas do acesso principal à universidade, onde um ponto de ônibus se encontrava, na época, sem qualquer ponto de iluminação pública ou de acesso à rede elétrica.

Localizado em uma via onde mais de 2000 estudantes e colaboradores da universidade transitavam e aguardavam por transporte público (Moraes; Petri, 2016), o ponto de ônibus apresentava pela noite as condições ideais para a ocorrência de ações criminosas, facilitadas pela baixa visibilidade e pelo ameno fluxo de pedestres no local, como é retratado na Figura 7.

Figura 7 – Ponto de ônibus sem iluminação próximo à UNESP.



Fonte: Moraes et al. (2018).

Aspirando não apenas a mitigar as taxas expressivas de criminalidade, mas também a desenvolver soluções coerentes com os preceitos de sustentabilidade ambiental, e tendo em vista a impossibilidade de conexão com a rede elétrica local, os alunos encontraram no ponto de ônibus uma oportunidade para a implementação de um sistema inovador de iluminação

autossustentável, independente da rede elétrica convencional e baseado no uso de energia solar (Moraes; Petri, 2016).

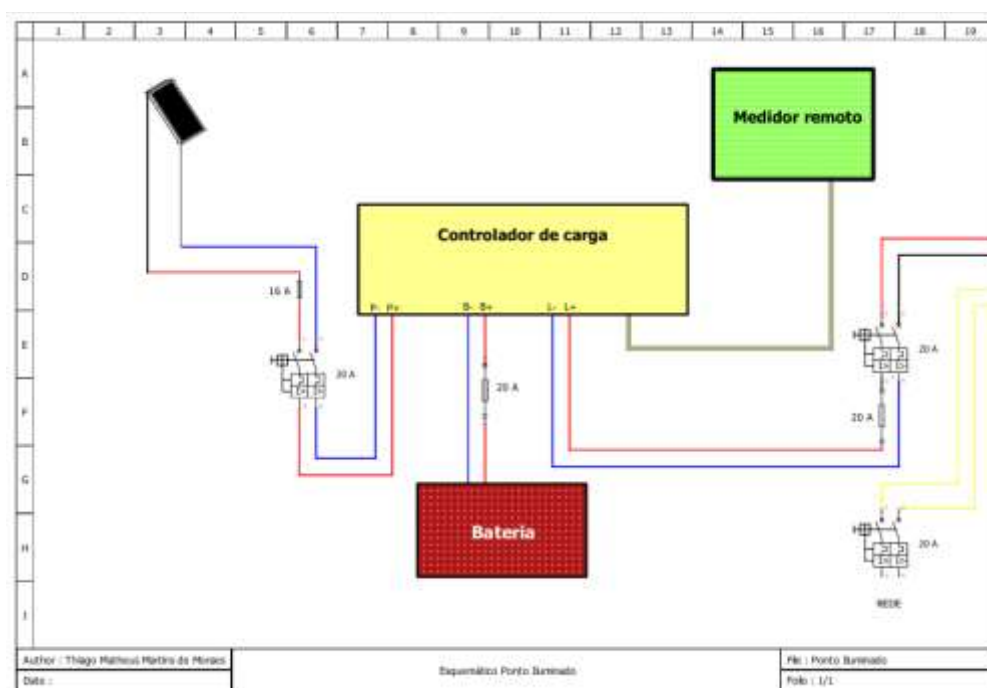
4.2.1 O projeto e sua implementação

Com sua execução autorizada pela Prefeitura de Guaratinguetá, o projeto denominado “Ponto Iluminado” previa a implementação de um painel solar fotovoltaico acoplado a uma haste vertical que, conectado a um sistema inteligente de controle de iluminação sensível à luz natural e à presença de pedestres, conseguindo não apenas gerar energia elétrica, mas utilizá-la de maneira econômica e eficiente na iluminação do ponto de ônibus e na esquina da saída do campus (Moraes; Petri, 2016).

Implementado entre 2014 e 2016, o projeto recebeu um *retrofit* em 2019, de modo a revitalizar o sistema original a partir da substituição de componentes por alternativas mais eficientes e modernas, sem a necessidade de uma reforma drástica na estrutura.

O esquemático simplificado do projeto revitalizado é retratado na Figura 8. Nele, é possível observar o painel fotovoltaico conectado a um disjuntor de proteção, que por sua vez está ligado a um controlador de carga. Esse controlador é responsável por regular o carregamento da bateria que alimenta o sistema de iluminação.

Figura 8 - Esquemático simplificado do projeto.



Fonte: Manual de operação e manutenção Ponto Iluminado (2019).

O sistema opera em corrente contínua com tensão de 12 V, alimentado pelo painel fotovoltaico de 150 W que, por estar instalado em uma região tropical com alta incidência solar diária, é capaz de recarregar completamente a bateria em um único dia de sol. O circuito mantém a corrente de operação entre 3 A e 8 A, motivo pelo qual foi instalado um controlador de carga de 20 A, possibilitando não apenas o controle eficiente do carregamento, mas também a expansão futura do sistema. A bateria utilizada, do tipo estacionária com capacidade de 165 Ah, garante autonomia de até três dias sem sol, ou uma semana em condições de luminosidade reduzida. De maneira a respeitar a norma brasileira NBR 5410, foram utilizados condutores com secção transversal de 6 mm² nas instalações do projeto (Moraes; Petri, 2016).

O sistema de iluminação foi dividido em duas seções distintas: uma localizada no poste situado na esquina da saída do campus e a outra no ponto de ônibus. A carga máxima projetada foi de 80 W, sendo distribuída em 10 W para o poste da esquina e 70 W para o ponto de ônibus. Todas as lâmpadas utilizadas operam em 12 V com corrente contínua e, considerando que o projeto foi implementado em ambiente externo, optou-se pela utilização de fitas LED do tipo 5050, que são à prova d'água, possuem proteção de silicone e fita dupla face para fixação (Moraes, 2019).

Visando à economia de energia, foi projetado um sistema eletrônico de iluminação inteligente, incorporando um sensor de luminosidade composto por elementos fotorresistivos, capaz de ajustar automaticamente o nível do brilho das lâmpadas em função da redução gradual da luz ambiente, especialmente do final da tarde até o anoitecer. Ainda, um sensor de movimento permite ao sistema controlar a quantidade de lâmpadas conectadas a ele, de modo que, com o local vazio, apenas 40% da capacidade de iluminação é utilizada, e, com presença no local, 100% da capacidade é ativada, iluminando satisfatoriamente não apenas o ponto de ônibus, mas suas redondezas (Moraes; Petri, 2016).

Com o objetivo de garantir a segurança da instalação contra vandalismo e roubos, os componentes eletrônicos – tais como controladores, circuitos e bateria – foram acondicionados em uma caixa de aço resistente, e todo o sistema de iluminação foi fixado com parafusos. Ainda, visando à proteção do sistema inteligente de iluminação contra agentes externos, foi projetado e construído um abrigo à prova d'água (Moraes; Petri, 2016).

Tanto o abrigo quando a haste contendo o painel solar foram instalados às margens do campo de futebol da universidade, próxima ao ponto de ônibus a ser iluminado. A instalação é mostrada na Figura 9.

Figura 9 - Instalações do Projeto Ponto Iluminado.



Fonte: Moraes et al. (2018).

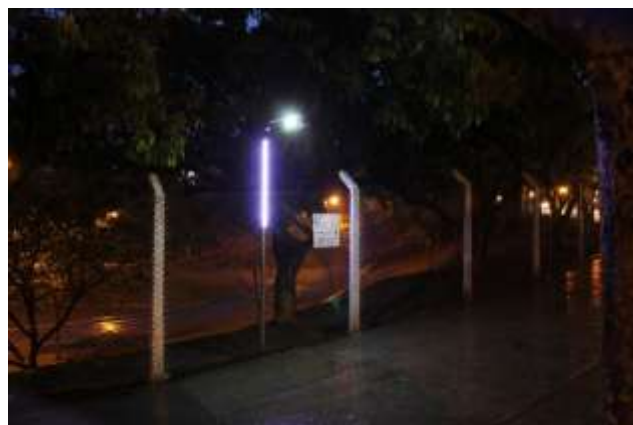
O ponto de ônibus e a calçada de saída da universidade, iluminados pelas ações do projeto, são mostrados na Figura 10 e Figura 11, respectivamente.

Figura 10 – Ponto de ônibus iluminado pelo projeto.



Fonte: Moraes et al. (2018).

Figura 11 – Calçada de saída da universidade iluminada pelo projeto.



Fonte: Acervo da Iniciativa Ponto Iluminado (2016).

O projeto foi desenvolvido com características que conferem alta versatilidade em sua implementação. Assim, a possibilidade de montagem independente dos sistemas combinada à robustez e resiliência dos componentes faz com que sua aplicabilidade exceda o escopo inicial, podendo ser adaptado não apenas para iluminação pública, mas também espaços privados.

Os circuitos de controle são formados a partir de componentes integrados e de pequeno porte, possibilitando sua montagem em placas compactas de dimensões reduzidas. Essa característica, alinhada a um *design* discreto, viabiliza sua implementação em residências, o que permite a redução do consumo de energia da rede, e, consequentemente, os custos com eletricidade, principalmente considerando que a iluminação representa uma parcela significativa do consumo doméstico (Moraes; Petri, 2016).

Ainda, o projeto abre a possibilidade de geração de energia em comunidades brasileiras que não possuem acesso aos serviços elétricos de rede, como as localizadas no norte do país, que registraram, em 2022, o menor percentual de participação da rede elétrica geral em relação a outras regiões do país (IBGE, 2023).

4.2.2 Impactos do projeto

4.2.2.1 Segurança, visibilidade social e expansão do projeto

Extrapolando as barreiras da universidade, o projeto foi bem-sucedido não apenas em reduzir a incidência de crimes na região através da melhoria de iluminação pública, como também conscientizar a comunidade de Guaratinguetá – São Paulo a respeito do impacto que iniciativas de sustentabilidade podem ter na vida cotidiana.

Em uma pesquisa conduzida pelos autores do projeto, 91 pessoas que frequentavam os locais impactados pelas instalações do projeto foram entrevistadas, dos quais 78 (86,7%) delas declararam que o projeto contribuiu para mitigar o problema de falta de segurança no local. Ainda, 80 (87,9%) dos entrevistados compartilharam da opinião de que o projeto tem potencial conscientizador sobre a importância da utilização de fontes de energia renováveis (Moraes; Petri, 2016).

O projeto também teve grande visibilidade nacional e internacional em virtude de seus resultados, conquistando canais de informação e divulgação como redes de televisão, rádio, jornais e *websites*, sendo também apresentado em 2016 em um dos maiores congressos do mundo de tecnologia voltada a humanidade promovido pelo IEEE, o *Global Humanitarian Technology Conference* (GHTC), onde ocupou posição entre os 15 melhores trabalhos do mundo na categoria energia (Ponto Iluminado, 2025a).

Após o sucesso em promover a implementação do primeiro ponto de ônibus do Brasil com energia solar fotovoltaica, o projeto foi ampliado, no final de 2016, com a criação da iniciativa sem fins lucrativos de mesmo nome. Desde então, a Iniciativa Ponto Iluminado tem por objetivo promover a colaboração entre equipe, apoiadores e patrocinadores na criação e manutenção, dentro da UNESP de Guaratinguetá, de um campus modelo para futuros engenheiros e população, a partir de pesquisas e desenvolvimentos que geram retornos financeiros e ambientais (Ponto Iluminado, 2025b).

4.2.2.2 Geração de energia elétrica e redução da emissão de carbono

Objetivando estimar a quantidade média de energia elétrica gerada pelo projeto do ponto de ônibus no período de um ano, assume-se uma operação de 8 horas diárias, durante 30 dias por mês, ao longo de 12 meses.

Uma vez que a potência suprida pelo sistema é de 80W constante, tem-se, aplicando a equação (1), que:

$$Energia = 80 \text{ W} \times 8 \frac{h}{dia} \times 30 \frac{dias}{mês} \times 12 \text{ meses}$$

$$Energia = 230400 \text{ Wh} = 230,4 \text{ kWh}$$

Deste modo, obtém-se que o projeto é capaz de gerar, em média, 230,4 kWh de energia elétrica ao ano.

Para estimar a redução da emissão de carbono equivalente relacionada às atividades do projeto, foi realizada uma pesquisa do fator médio anual de emissões na plataforma do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), desenvolvida e mantida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Na Tabela 1, são apresentados os valores do fator médio anual de emissões, em toneladas de CO₂ por megawatt-hora, compreendidos entre 2016 e 2024.

Tabela 1 - Valor médio anual de emissões por ano.

Ano	Fator de Emissão [tCO ₂ /MWh]
2016	0,0817
2017	0,0927
2018	0,0740
2019	0,0750
2020	0,0617
2021	0,1264
2022	0,0426
2023	0,0385
2024	0,0545

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de BRASIL (2025).

Assim, é possível calcular, a partir da equação (2), a quantidade de carbono equivalente evitado a partir da geração de energia limpa do projeto, entre os anos de 2016 e 2024.

Considerando, por exemplo, o ano de 2016, que teve a geração média de energia calculada de 230,4 kWh (ou 0,2304 MWh), com um fator de emissão de 0,0817 tCO₂/MWh. O equacionamento desse caso resulta em:

$$CO_2e = 0,2304 \times 0,0817$$

$$CO_2e = 0,01882 \text{ tCO}_2 = 18,82 \text{ kgCO}_2$$

Aplicando o mesmo procedimento para os demais anos, é apresentado na Tabela 2 a quantidade acumulada de quilos de CO₂ equivalente evitado entre 2016 e 2024:

Tabela 2 - Quantidade de CO₂ equivalente acumulado por ano.

Ano	CO ₂ e evitado acumulado [kg]
2016	18,82
2017	40,18
2018	57,23
2019	74,51
2020	88,73
2021	117,85
2022	127,66
2023	136,54
2024	149,09

Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível notar, então, que em nove anos de funcionamento do projeto, foi evitada a emissão de aproximadamente 150 kg de CO₂ equivalente. Esse resultado, ainda que modesto, revela que ações locais ou pontuais, quando continuadas por um período expressivo de anos, são capazes de acumular benefícios ambientais concretos.

4.3 O CAMPUS MODELO PARA FUTUROS ENGENHEIROS: O PROJETO FEG-SUSTENTÁVEL NA FEG-UNESP

Os resultados positivos obtidos com a implementação do projeto do ponto de ônibus, somados aos aprendizados adquiridos pela equipe responsável e ao crescente interesse governamental em fomentar iniciativas voltadas à energia solar, culminaram na expansão do projeto inicial, originando, então, o “FEG-Sustentável”. Visando à edificação de um campus sustentável que servisse de modelo para a formação de futuros engenheiros e gerasse impactos positivos no cotidiano da comunidade local, o projeto foi idealizado de forma a abranger cinco diferentes áreas: eficiência energética, geração de energia limpa, gestão de resíduos, economia de água, educação e sociedade.

Buscando entender o cenário sustentável da universidade e buscar possíveis pontos de melhoria, assim como definir metas e prioridades para alcançar o máximo de ODS possíveis com suas ações, o projeto focou inicialmente em estudar o perfil de consumo de energia elétrica da instituição.

4.3.1 Modernização do sistema de iluminação

Entre 2017 e 2019, a Iniciativa Ponto Iluminado realizou um estudo detalhado abrangendo todo o sistema de iluminação presente na época na FEG-UNESP. Foi levantado que mais de 30% dos recursos financeiros da universidade eram gastos no pagamento de contas de energia elétrica (Adami, 2017), onde cerca de 70% do valor mensal destinado a essas contas era fruto do consumo de eletricidade pelo sistema de iluminação (Moraes et al., 2021).

Em um total de 8.378 lâmpadas instaladas no campus, foi mensurado que 6.998 lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W representavam 41,57% do consumo de energia do sistema de iluminação, e que as 423 lâmpadas do tipo vapor de sódio (VPS) de 250 W e 500 W somadas representavam a parcela de 50,85%.¹

As lâmpadas com tecnologia de vapor de sódio, instaladas em postes ornamentais e postes de iluminação pública nas áreas externas do campus – locais de grande circulação de

¹ Dados obtidos do Relatório de Modernização do Sistema de Iluminação da Iniciativa Ponto Iluminado (2023).

alunos e servidores – eram responsáveis, na época, por mais da metade do consumo de energia elétrica do sistema de iluminação. Além do alto consumo energético, esse tipo de lâmpada representa riscos à saúde e ao meio ambiente por possuírem metais pesados em sua composição, sendo, então, fontes emissoras de radiação ultravioleta (UV) durante a operação. Ainda, são dotadas de baixo índice de reprodução de cores (IRC) e baixa temperatura de cor, dificultando a visualização de pessoas e objetos, sendo, portanto, inadequadas para ambientes onde é necessária atenção, como é o caso das áreas onde operavam (Moraes et al., 2021).

Desta forma, em 2017, a Iniciativa começou o processo de modernização do sistema de iluminação externo da universidade, orientando seu foco, em um primeiro momento, à substituição das lâmpadas de vapor de sódio instaladas nos postes ornamentais do campus. Contando com a colaboração de voluntários, patrocinadores e alguns setores da administração do campus, o projeto foi estruturado de forma a testar e adotar materiais que permitissem tanto a redução do consumo elétrico associado a eles, como também expressassem ganhos significativos em termos de saúde e meio ambiente.

Os postes ornamentais foram, então, gradativamente modernizados por sistemas LED de 45 W certificadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). As lâmpadas utilizadas não emitem radiação UV, não contêm metais pesados em sua composição e apresentam um alto IRC, o que melhora a visibilidade e proporciona maior conforto e acuidade visual aos olhos dos pedestres. Ainda, por possuírem maior durabilidade e proporcionarem melhores condições para o planejamento e execução de manutenções preventivas, são ideais para a proposta de reformulação sustentável do sistema de iluminação, ao passo que contribuem significativamente na redução dos custos de manutenção da instituição (Moraes et al., 2021).

Na Figura 12 é retratada uma das ações de modernização da iluminação externa realizadas pela Iniciativa com o auxílio do voluntariado do campus.

Figura 12 – Ação de modernização dos postes ornamentais em áreas externas.



Fonte: Acervo da Iniciativa Ponto Iluminado (2018).

Em 2019, uma área de 110 mil metros quadrados da área externa do campus já contava com todos os seus 152 postes ornamentais modernizados, com mais de 500 lâmpadas tubulares fluorescentes também substituídas nas pendências internas da universidade (Ponto Iluminado, 2023).

O sistema de iluminação externa modernizado do campus é retratado na Figura 13.

Figura 13 – Sistema de iluminação externa modernizado do campus.



Fonte: Moraes et al. (2021).

Entre 2021 e 2023, as economias financeiras associadas à operação dos pontos de luz já modernizados possibilitaram um novo passo no projeto: o início da completa renovação do sistema de iluminação do Campus. Assim, em uma extensa colaboração entre membros da Iniciativa Ponto Iluminado e setores administrativos, foram realizadas a especificação, seleção e aquisição dos equipamentos necessários para tal.

Em 2023 o projeto somava 2000 lâmpadas internas de 18 W instaladas em salas de aula, corredores principais e laboratórios, em substituição das antigas lâmpadas tubulares de 40 W. Já em 2024, ampliando a renovação da iluminação externa iniciada com os postes ornamentais, 102 postes de iluminação pública adicionais foram modernizados com luminárias de 100 W, em substituição às lâmpadas de vapor de sódio de 250 W.

4.3.1.1 Impactos sociais

De forma a quantificar os impactos sociais percebidos pela comunidade universitária a respeito da modernização do sistema de iluminação do campus, a Iniciativa Ponto Iluminado realizou uma pesquisa de opinião com 31 pedestres e motoristas da região onde o sistema de iluminação externa foi instalado, inicialmente, em caráter de teste. Os resultados revelaram que 90,3% dos entrevistados acreditam, de maneira geral, que o sistema de iluminação com

lâmpadas LED é melhor que o sistema anterior, enquanto 93,6% acreditam que o sistema está esteticamente mais agradável (Moraes et. al, 2018).

Utilizando lâmpadas LED com IRC acima de 85% como alternativa às antigas lâmpadas de vapor de sódio de IRC abaixo de 40% (Moraes et. al, 2020), o novo sistema de iluminação externa promove menor desperdício de luz, fruto do maior controle da tecnologia LED sobre os feixes luminosos emitidos, possibilitando seu melhor aproveitamento na iluminação ambiente. Usuários do Departamento de Matemática, o qual é equipado com um observatório, relataram diminuição significativa da poluição luminosa após a modernização, uma vez que o antigo sistema prejudicava o uso do telescópio ao desperdiçar grande parte da luz para regiões indesejadas, como o céu observável (Moraes et. al, 2018).

Livre de metais cancerígenos como o chumbo e o mercúrio, o sistema também é capaz de promover a saúde e o bem-estar dos transeuntes, prevenindo doenças como o câncer de pele e alterações na visão, ao passo que aumenta a atenção do cérebro ao deixar as cores mais nítidas e vivas (Moraes et. al, 2018). Esses fatores são determinantes para semear um ambiente sadio para o convívio social, permeado de atividades acadêmicas e culturais que ocorrem em períodos diurnos e noturnos.

A modernização da iluminação interna, ainda em processo em 2025, alcançou em 2023 cerca de 30% das lâmpadas fluorescentes tubulares substituídas. Tal ação, orientada de modo a atender inicialmente os lugares de maior circulação de alunos, professores e funcionários, objetivou mitigar o consumo de energia elétrica dos pontos de maior demanda por iluminação da universidade, como salas de aula, laboratórios, banheiros e corredores principais.

De maneira correlata à iluminação externa, as lâmpadas internas modernizadas pela tecnologia LED promovem melhor qualidade de iluminação, aumentando o conforto visual, a concentração e o bem-estar do corpo universitário durante a realização de suas funções rotineiras. Ainda, por estarem presentes em locais de grande fluxo diário de pessoas, servem também como exemplo prático de eficiência energética e consumo consciente para toda a comunidade acadêmica.

4.3.1.2 Impactos econômicos e ambientais

Com a modernização dos 152 postes ornamentais presentes nos ambientes externos do campus por lâmpadas de 45 W e fator de potência de 0,95, a potência aparente de cada ponto – originalmente composto por uma lâmpada de 250 W acrescida de 15% de potência do reator e fator de potência de 0,95, resultando em 302,63 VA – foi reduzida a 47,37 VA, o que representa uma diminuição de 84,35%.

Considerando uma utilização média de 12 horas por dia, o valor do kWh em R\$ 0,64 (ANEEL, [2025]) e um fator de emissão de 0,0545 tCO₂/MWh (BRASIL, 2025); o consumo desse sistema, que era de 16.560 kWh/mês, passou a ser de 2.592 kWh/mês, o que representa uma economia anual superior a R\$ 107.200,00, com uma redução na emissão anual de poluentes equivalente a 9,14 toneladas de CO₂.

Os 102 postes altos de iluminação pública, por sua vez, originalmente compostos também pelas mesmas lâmpadas de 250 W e, portanto, com potência aparente de 302,63 VA cada um, foram modernizados com lâmpadas de 100 W com fator de potência de 0,96. Dessa forma, a nova potência aparente de cada ponto, de 104,17 VA representa uma redução de 65,58%.

Operando em média 12 horas por dia, o consumo desse conjunto de postes, que era de 11.112,63 kWh/mês, passou a ser de 3.825 kWh/mês, gerando uma economia anual superior a R\$ 55.900,00, com uma redução na emissão anual de poluentes equivalente a 4,77 toneladas de CO₂.

Já na iluminação interna, 2000 das 6998 lâmpadas tubulares fluorescentes de 40W com fator de potência de 0,98 foram substituídas por lâmpadas de 18 W com fator de potência de 0,92. A potência aparente dos pontos substituídos, que era de 40,82 VA, passou a ser 19,57 VA, o que representa uma redução de 52,07%.

As novas lâmpadas tubulares LED, com operação média de 8 horas diárias, somadas às lâmpadas ainda não modernizadas, que funcionam cerca de 6 horas por dia, geram um consumo de 46.111,30 kWh/mês, significativamente menor aos 68.551,84 kWh/mês consumidos antes da modernização.

A economia anual gerada por essa substituição parcial é superior a R\$ 172.300,00, com uma redução na emissão anual de poluentes equivalente a 14,68 toneladas de CO₂.

Dessa forma, a modernização da iluminação do campus, em seu estágio atual, soma uma economia anual superior a R\$ 335.500,00 às contas da universidade, promovendo também a redução da emissão de aproximadamente 30 toneladas anuais de CO₂ à atmosfera.

Os resultados evidenciam que a simples substituição de tecnologias antigas por soluções mais modernas e eficientes proporciona não apenas a redução do consumo de energia elétrica e dos custos a ele associados, mas também ganhos relevantes para a saúde pública e a segurança da comunidade. Quando instigadas em ambientes universitários como a FEG-UNESP, essas práticas tornam-se elemento motor e disseminador de práticas ecologicamente corretas e economicamente frutíferas capazes de transpor as barreiras físicas da universidade.

4.3.2 A central de geração solar

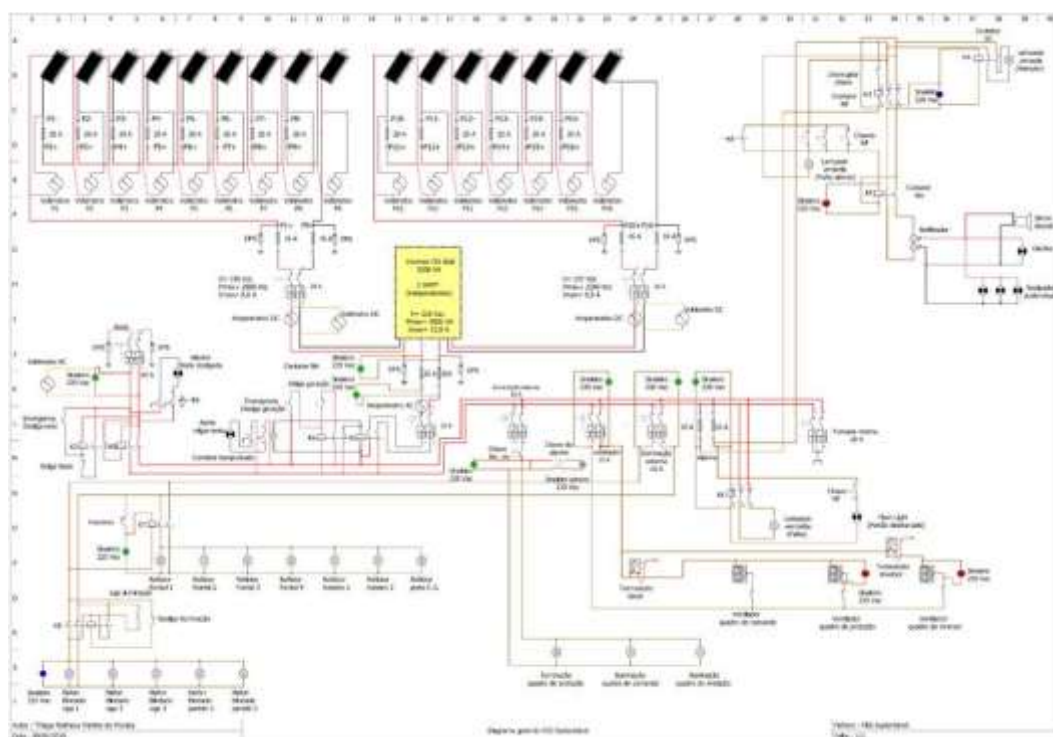
Em 2017, com o objetivo de alimentar o sistema de iluminação em processo de modernização, os membros da Iniciativa Ponto Iluminado idealizaram a implementação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica de pequeno porte dentro do campus da FEG-UNESP. Conectado à rede elétrica da universidade, o sistema seria capaz de produzir energia limpa e destiná-la a alimentação interna do campus, reduzindo, então, o consumo de energia proveniente da rede.

A partir da análise dos dados coletados durante 12 meses de operação do painel solar instalado no ponto de ônibus, os membros da Iniciativa concluíram que o tempo de insolação diária na faculdade era de 5 horas. Em posse dessa informação e dispondo de 16 painéis fotovoltaicos de 320 Wp de potência cada, estimou-se, a partir do método da insolação, uma geração mensal média superior a 700 kWh (Moraes et al., 2021).

O sistema foi projetado de modo que energia gerada pelos módulos fotovoltaicos fosse conduzida à rede elétrica do campus através de um inversor de onda senoidal *on-grid* com capacidade de 5200 VA. Conectado aos quadros de proteção e de controle, o inversor é capaz de garantir segurança e o bom funcionamento do sistema elétrico.

O diagrama do projeto elétrico é retratado na Figura 14.

Figura 14 - Diagrama do Projeto Elétrico.



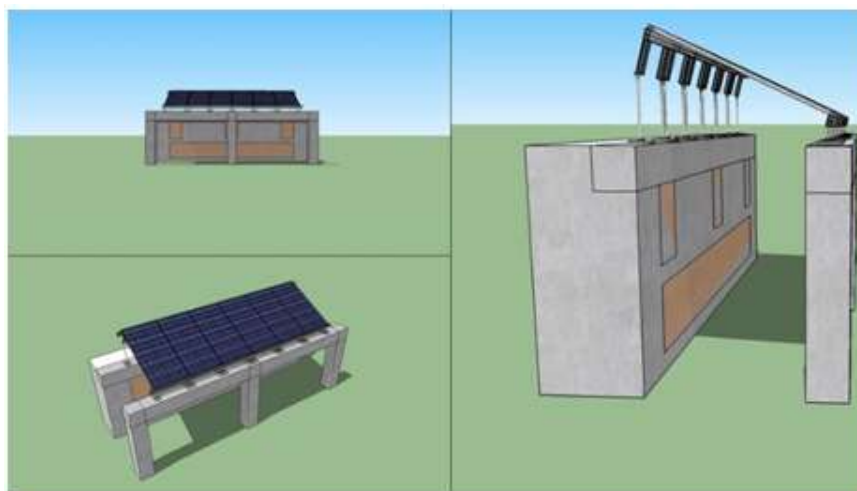
Fonte: Moraes et al. (2021).

É possível notar através da Figura 14 que a proteção de cada painel fotovoltaico foi individualizada e instalada em dois módulos distintos, um contendo 9 painéis fixos (2900 Wp/ 330 Vcc) e, o outro, 7 painéis com sistema de posicionamento mecânico da posição do sol ao longo do ano (2250 Wp/ 260 Vcc). Essa modularização permite não apenas a análise individual de cada módulo, que possui características de instalação distintas, como também promove a inserção e remoção de módulos fotovoltaicos sem que todo o sistema seja desligado (Moraes et al., 2018).

Ainda, o sistema conta com o aterramento de suas partes condutoras e dispositivos contra surtos individuais em cada um dos módulos dos painéis fotovoltaicos, prevenindo possíveis danos sistêmicos oriundos de descargas atmosféricas (Moraes et al., 2018).

Com o duplo objetivo de acondicionar em segurança os componentes do projeto e criar um espaço de visita à comunidade que pudesse fomentar a pesquisa e a educação, foi elaborada uma estrutura compacta e resistente capaz de suportar os mais diversos eventos climáticos e intervenções humanas, retratada na Figura 15.

Figura 15 – Estrutura compacta e resistente projetada para a central de geração.



Fonte: Moraes et al. (2018).

Inaugurada em setembro de 2019 e localizada ao lado da biblioteca – um dos pontos mais altos do campus – a estrutura foi projetada seguindo o plano estético diretor da unidade, de modo que os painéis solares foram posicionados à 24° oeste do norte geográfico e com a inclinação de 27° em relação ao solo.

A localização da central de geração pode ser vista na Figura 16.

Figura 16 - Localização da central de geração no campus da FEG-UNESP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um mês após sua inauguração, em outubro de 2019, a central de geração recebeu 2 painéis adicionais de 320 Wp, alcançando uma potência instalada de 5760 W. Em agosto de 2021, o projeto somava 26 painéis, resultado da incorporação de 6 unidades de 440 Wp e 2 de 340 Wp, totalizando uma potência instalada de 9080 W.

A Figura 17 e a Figura 18 retratam, respectivamente, a estrutura da central e os painéis fotovoltaicos em funcionamento.

Figura 17 – Estrutura da central de geração.



Fonte: Acervo da Iniciativa Ponto Iluminado (2022).

Figura 18 – Painéis fotovoltaicos da central de geração em funcionamento.



Fonte: Acervo da Iniciativa Ponto Iluminado (2021).

4.3.2.1 Estimativa de geração da central solar

De forma a estimar a quantidade de energia elétrica gerada pela central de geração fotovoltaica entre 2020 e 2024, foi adotado o Método de Dimensionamento Fotovoltaico TM³.

Inicialmente, foram obtidos dados mensais históricos de temperatura máxima, mínima e média para a cidade de Guaratinguetá – SP, referentes ao ano de 2025. Os dados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Temperatura máxima, mínima e média em °C para Guaratinguetá-SP.

Mês	Temperatura Máxima [°C]	Temperatura Mínima [°C]	Temperatura Média [°C]
Janeiro	27,5	19,5	23
Fevereiro	28	19,5	23,3
Março	26,9	18,9	22,4
Abril	25,7	17,6	21,1
Maio	23,2	14,8	18,5
Junho	22,8	13,7	17,7
Julho	22,7	13	17,3
Agosto	24,5	13,8	18,5
Setembro	26	15,5	20,1
Outubro	26,8	17,2	21,4
Novembro	26,2	17,7	21,4
Dezembro	27,2	18,9	22,6

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de Climate Data (2025).

Pela análise da Tabela 3, nota-se que a temperatura média mensal é maior que 17°C em todos os meses do ano em Guaratinguetá.

Em seguida, utilizando o programa SunData, desenvolvido pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB), foi possível obter dados mensais de irradiação solar diária média das três estações de medição mais próximas da FEG-UNESP, localizada, aproximadamente, em 22,80° sul e 45,19° oeste (GOOGLE, 2025). Os dados das três estações são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Irradiação solar diária média das Estações I, II e III em kWh/m². dia.

Mês	Irradiação solar diária média [kWh/m². dia]		
	Estação I	Estação II	Estação III
Janeiro	5,56	5,36	5,65
Fevereiro	5,79	5,62	5,86
Março	4,91	4,81	4,98
Abril	4,48	4,38	4,47
Maio	3,68	3,61	3,67
Junho	3,41	3,39	3,42
Julho	3,55	3,51	3,55
Agosto	4,51	4,48	4,49
Setembro	4,67	4,59	4,61
Outubro	5,15	5,03	5,16
Novembro	5,24	5,08	5,30
Dezembro	5,87	5,66	5,93

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de CRESESB (2025).

As distâncias lineares, em quilômetros, entre as Estações I, II e III, e a FEG-UNESP são, respectivamente: 4,30; 5,90 e 11,80 (CRESESB, 2025). A partir destas informações e com o auxílio da equação (3), foi possível calcular, para cada mês do ano, o valor médio de irradiação solar diária média entre as estações I, II e III, sendo este, então, considerado como o valor de irradiação solar diária média incidente no campus da FEG-UNESP.

Considerando, por exemplo, o mês de janeiro, tem-se:

$$I_{med-janeiro} = \frac{\frac{5,56}{4,30} + \frac{5,36}{5,90} + \frac{5,65}{11,80}}{\frac{1}{4,30} + \frac{1}{5,90} + \frac{1}{11,80}}$$

$$I_{med-janeiro} = 5,506 \frac{kWh}{m^2.dia}$$

Os resultados obtidos para os demais meses do ano são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Irradiação solar diária média na FEG-UNESP em kWh/m². dia.

Mês	Irradiação solar diária média FEG-UNESP [kWh/m ² . dia]
Janeiro	5,506
Fevereiro	5,743
Março	4,887
Abril	4,443
Maio	3,654
Junho	3,405
Julho	3,536
Agosto	4,496
Setembro	4,632
Outubro	5,110
Novembro	5,195
Dezembro	5,807

Fonte: Elaborado pelo autor.

Definindo janeiro e julho como os meses destinados à manutenção e limpeza da central de geração, adotou-se, conforme a metodologia utilizada, a soma de 720 horas ao mês para cada mês sem manutenção. Assim, foi elaborada a Tabela 6, onde são apresentadas as horas acumuladas mensalmente desde o último processo de manutenção e limpeza.

Tabela 6 - Horas acumuladas de manutenção e limpeza.

Mês	Horas acumuladas (h)
Janeiro	0
Fevereiro	720
Março	1440
Abril	2160
Maio	2880
Junho	3600
Julho	0
Agosto	720
Setembro	1440
Outubro	2160
Novembro	2880
Dezembro	3600

Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez que a temperatura média $T > 17^{\circ}\text{C}$ para todos os meses do ano; que a angulação ideal de instalação e a angulação real de instalação dos painéis são, respectivamente, 19° leste e 24° oeste; e em posse das temperaturas médias mensais e horas acumuladas entre manutenções, presentes, respectivamente na Tabelas 3 e na Tabela 6, utilizou-se a equação (4) para calcular o fator TM^3 de depreciação mensal.

Tomando o mês de janeiro como exemplo, tem-se:

$$F_{TM^3 \text{ janeiro}} = 0,995 \times [1 - (|19 - (-24)| \times 2,31 \times 10^{-3})] \times [1 - (6,42 \times 10^{-6} \times 0)] \\ \times (5 \times 10^{-6} \times 23^2 - 9 \times 10^{-4} \times 23 + 0,9702) \times \frac{1}{1 + [4,2 \times 10^{-3} \times (23 + 23)]}$$

$$F_{TM^3 \text{ janeiro}} = 0,7151$$

Da mesma forma, o fator de depreciação foi calculado para os demais meses do ano. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 7.

Tabela 7 – Fator de depreciação calculado para todos os meses do ano.

Mês	Fator TM^3 de depreciação
Janeiro	0,7151
Fevereiro	0,7109
Março	0,7103
Abril	0,7109
Maio	0,7155
Junho	0,7146
Julho	0,7328
Agosto	0,7256
Setembro	0,7173
Outubro	0,7100
Novembro	0,7067
Dezembro	0,6998

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por último, antes do cálculo da quantidade de energia gerada pelo sistema, fez-se necessária a elaboração de uma relação dos painéis instalados, detalhando suas especificações técnicas, sendo elas: potência máxima, eficiência, área, área útil de geração, peso, quantidade e mês/ano de início de operação. Os painéis foram classificados arbitrariamente em três tipos: A, B e C. As especificações técnicas são mostradas na Tabela 8.

Tabela 8 – Especificações técnicas dos painéis solares instalados.

Tipo	Modelo	Potência Máxima [W]	Eficiência do Módulo	Área do Pannel [m²]	Área útil de geração [m²]	Peso [kg]	Quantidade	Mês de início de operação/ Ano
A	Upsolar UP-M320P	320	16,50%	1,94	1,93	26,5	18	Nov./2019
B	DAH Solar HCM78X9-440W	440	20,22%	2,18	2,16	24,3	6	Ago./2021
C	Exiom EX340M(FLEX)-72	340	16,90%	2,02	2,00	6,5	2	Ago./2021

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de DAH SOLAR [20--], EXIOM SOLUTION [20--], UPSOLAR [20--].

É importante observar que os painéis de um mesmo tipo foram instalados simultaneamente e, a partir de seu momento de instalação, operaram continuamente durante todo o período estipulado para a estimativa de geração.

Assim, utilizando a equação (5) e considerando um fator de decaimento anual de 1% na geração dos painéis, foi possível estimar a quantidade mensal de energia gerada por cada tipo de painel no período compreendido entre janeiro de 2020 a dezembro de 2024, totalizando 5 anos.

Como exemplo, toma-se a estimativa de geração dos painéis tipo A para o mês de janeiro de 2020. Neste momento, o sistema contava com 18 painéis deste tipo. Assim, tem-se que:

$$G_{A(jan-2020)} = 18 \times 5,506 \times 1,93 \times 0,1650 \times 0,7151 \times 30$$

$$G_{A(jan-2020)} = 677,1 \text{ kWh}$$

Considerando o fator de decaimento anual de 1%, a geração para os mesmos 18 painéis do tipo A, calculada para janeiro de 2021 é obtida por:

$$G_{A(jan-2021)} = 0,99 \times 677,1 = 670,3 \text{ kWh}$$

Dessa forma, foram calculados os valores mensais de geração para os três tipos de painel no período considerado. Os resultados são mostrados nas Tabelas 9, 10 e 11.

Tabela 9 – Estimativas mensais de geração para o painel tipo A em kWh no período.

Mês	Estimativas mensais de geração para o painel tipo A [kWh]				
	2020	2021	2022	2023	2024
Janeiro	677,1	670,3	663,6	656,8	650,0
Fevereiro	702,1	695,1	688,0	681,0	674,0
Março	597,0	591,0	585,0	579,1	573,1
Abril	543,2	537,8	532,4	526,9	521,5
Maio	449,6	445,1	440,6	436,1	431,6
Junho	418,4	414,2	410,0	405,9	401,7
Julho	445,6	441,1	436,7	432,2	427,8
Agosto	561,0	555,4	549,8	544,2	538,6
Setembro	571,3	565,6	559,9	554,2	548,5
Outubro	623,9	617,7	611,4	605,2	598,9
Novembro	631,3	625,0	618,7	612,3	606,0
Dezembro	698,8	691,8	684,8	677,9	670,9
Total	6919,3	6850,1	6781,0	6711,8	6642,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10- Estimativas mensais de geração para o painel tipo B em kWh no período.

Mês	Estimativas mensais de geração para o painel tipo B [kWh]				
	2020	2021	2022	2023	2024
Janeiro	-	-	306,5	303,4	300,3
Fevereiro	-	-	317,8	314,5	311,3
Março	-	-	270,2	267,5	264,7
Abril	-	-	245,9	243,4	240,9
Maio	-	-	203,5	201,4	199,4
Junho	-	-	189,4	187,5	185,5
Julho	-	-	201,7	199,6	197,6
Agosto	-	256,5	253,9	251,4	248,8
Setembro	-	261,2	258,6	256,0	253,4
Outubro	-	285,2	282,4	279,5	276,7
Novembro	-	288,6	285,7	282,8	279,9
Dezembro	-	319,5	316,3	313,1	309,9
Total	-	1411,0	3131,6	3100,0	3068,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 11 - Estimativas mensais de geração para o painel tipo C em kWh no período.

Mês	Estimativas mensais de geração para o painel tipo C [kWh]				
	2020	2021	2022	2023	2024
Janeiro	-	-	237,2	234,8	232,4
Fevereiro	-	-	245,9	243,4	240,9
Março	-	-	209,1	207,0	204,9
Abril	-	-	190,3	188,3	186,4
Maio	-	-	157,5	155,9	154,3
Junho	-	-	146,6	145,1	143,6
Julho	-	-	156,1	154,5	152,9
Agosto	-	198,5	196,5	194,5	192,5
Setembro	-	202,1	200,1	198,1	196,1
Outubro	-	220,7	218,5	216,3	214,1
Novembro	-	223,3	221,1	218,9	216,6
Dezembro	-	247,2	244,8	242,3	239,8
Total	-	1091,9	2423,6	2399,1	2374,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que na Tabela 10 e na Tabela 11, não existem valores mensais calculados para o período de janeiro de 2020 a julho de 2021. Isso acontece pois os painéis tipo B e C foram incorporados ao sistema de geração apenas em agosto de 2021.

Após o cálculo dos valores parciais de geração para os três tipos de painéis instalados, fora feita a soma dos correspondentes ao mesmo intervalo de tempo. O resultado desse processo é apresentado na Tabela 12, que expressa as estimativas mensais de geração total da central solar no período considerado.

Tabela 12 - Estimativas mensais de geração total da central solar em kWh no período.

Mês	Estimativas de geração total da central solar [kWh]				
	2020	2021	2022	2023	2024
Janeiro	677,1	670,3	1207,2	1194,9	1182,6
Fevereiro	702,1	695,1	1251,7	1239,0	1226,3
Março	597,0	591,0	1064,3	1053,5	1042,7
Abril	543,2	537,8	968,5	958,6	948,8
Maio	449,6	445,1	801,6	793,4	785,3
Junho	418,4	414,2	746,0	738,4	730,8
Julho	445,6	441,1	794,4	786,4	778,3
Agosto	561,0	1010,4	1000,2	990,1	979,9
Setembro	571,3	1028,9	1018,6	1008,2	997,9
Outubro	623,9	1123,6	1112,3	1101,0	1089,7
Novembro	631,3	1136,9	1125,5	1114,0	1102,6
Dezembro	698,8	1258,6	1245,9	1233,2	1220,6
Total	6919,3	9353,1	12336,2	12210,9	12085,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 12, é possível concluir que, em apenas cinco anos de operação, a central foi capaz de gerar 52,9 MWh de energia elétrica com baixo impacto ambiental, o que representa, com base nos fatores de emissão apresentados na Tabela 1, uma redução na emissão de poluentes superior a 3,2 toneladas de CO₂ equivalente.

4.3.2.2 Viabilidade econômica do projeto

Tendo sua vida útil estimada em 25 anos com um investimento inicial de R\$ 106.618,00, considerados custos de patrimônio e de instalação, nesta seção são calculados, ano a ano, o fluxo de caixa descontado, o valor presente líquido e a taxa interna de retorno para o projeto da central de geração solar.

Inicialmente, a partir da Base de Dados das Tarifas das Distribuidoras de Energia Elétrica, disponível no site da ANEEL, foram levantados os valores da tarifa de aplicação de energia elétrica para a cidade de Guaratinguetá-SP, considerando o grupo B1 doméstico, que melhor se enquadra no cenário universitário analisado.

Considerando 2020 como ano inicial da análise econômica, os valores das tarifas de aplicação B1 ao longo dos 25 anos de vida útil do projeto foram estimados com base na variação percentual média de 6,61% ao ano observada entre 2020 e 2025. Os valores estimados são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Tarifa de Aplicação B1 estimada para a cidade de Guaratinguetá-SP.

Ano	Tarifa de Aplicação B1 (R\$/kWh)
2020	0,5342
2021	0,5945
2022	0,6565
2023	0,6491
2024	0,6362
2025	0,7252
2026	0,7731
2027	0,8242
2028	0,8787
2029	0,9367
2030	0,9986
2031	1,0646
2032	1,1350
2033	1,2100
2034	1,2899
2035	1,3752
2036	1,4661
2037	1,5629
2038	1,6662
2039	1,7763
2040	1,8937
2041	2,0189
2042	2,1523
2043	2,2945
2044	2,4461
2045	2,6078

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de ANEEL [2025].

Conforme mencionado no capítulo anterior, os cálculos de fluxo de caixa descontado, VPL e TIR requerem um parâmetro denominado Taxa Mínima de Atratividade, que, neste trabalho, é definida com base na taxa Selic, também conhecida como taxa básica de juros da economia. Tal taxa é administrada pelo Banco Central do Brasil (BCB) e influencia outras taxas de juros do país, como, por exemplo, taxas de empréstimos, financiamentos e de investimentos (BCB, [20--]).

A Selic está sujeita a oscilações oriundas de fatores políticos, socioeconômicos e ambientais, variando, portanto, ao longo do ano em função de metas estabelecidas pelo BCB. Devido a estas flutuações, não há como prever com precisão o seu comportamento futuro e,

assim, neste trabalho fora adotada a premissa de uma taxa de referência constante, calculada a partir da média histórica da Selic dos últimos cinco anos (2020 a 2024).

Para a apuração desse valor, os dados históricos foram coletados através do Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS), disponível no site do BCB. Subsequentemente, os valores obtidos foram tratados na ferramenta Microsoft Excel de modo a obter a média anual de cada ano considerado e, por fim, a média geral do período.

Os resultados anuais e a média final adotada são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Histórico da Taxa Selic no período de 2020 a 2024.

Ano	Selic média anual
2020	2,77%
2021	4,46%
2022	12,45%
2023	13,21%
2024	10,83%
Média	8,75%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de BCB (2025).

Objetivando viabilizar a análise econômica do projeto ao longo de toda sua vida útil, os resultados de geração de energia, já estimados para o período de 2020 a 2024 (Tabela 12), foram expandidos para cobrir todo o novo horizonte (2020-2045).

Finalmente, em posse das informações de geração anual de energia elétrica, das tarifas de energia aplicáveis e da taxa de desconto arbitrada, as equações (6), (7) e (8) foram implementadas na ferramenta Microsoft Excel de maneira a obter as projeções dos indicadores econômicos citados acima (VPL, TIR e Fluxo de Caixa Descontado) dentro do período de interesse. Como exemplo, são feitos os cálculos para o ano de 2022. Em seguida, os resultados gerais são apresentados na Tabela 15.

$$VP = \frac{12336,2 \times 0,6565}{(1 + 0,0875)^2}$$

$$VP = R\$ 6.484$$

$$VPL = \frac{6919,3 \times 0,5342}{(1 + 0,0875)^0} + \frac{9353,1 \times 0,5945}{(1 + 0,0875)^1} + \frac{12336,2 \times 0,6565}{(1 + 0,0875)^2} - 106618$$

$$VPL = -R\$ 90.961$$

$$0 = \frac{6919,3 \times 0,5342}{(1 + TIR)^0} + \frac{9353,1 \times 0,5945}{(1 + TIR)^1} + \frac{12336,2 \times 0,6565}{(1 + TIR)^2} - 106618$$

$$TIR = -54,68\%$$

Tabela 15 – Indicadores Econômicos no horizonte de 25 anos de vida útil do projeto.

Período [anos]	Ano	Energia gerada [kWh]	VP	VPL	TIR
-	-	-	-R\$ 106.618	-	-
0	2020	6919,3	R\$ 3.696	-R\$ 102.921	-96,53%
1	2021	9353,1	R\$ 5.113	-R\$ 97.808	-76,30%
2	2022	12336,2	R\$ 6.848	-R\$ 90.961	-54,68%
3	2023	12210,9	R\$ 6.163	-R\$ 84.798	-41,25%
4	2024	12085,5	R\$ 5.498	-R\$ 79.300	-32,29%
5	2025	11960,2	R\$ 5.702	-R\$ 73.598	-25,27%
6	2026	11834,9	R\$ 5.531	-R\$ 68.067	-20,10%
7	2027	11709,6	R\$ 5.365	-R\$ 62.702	-16,19%
8	2028	11584,3	R\$ 5.203	-R\$ 57.499	-13,15%
9	2029	11459,0	R\$ 5.045	-R\$ 52.453	-10,74%
10	2030	11333,7	R\$ 4.892	-R\$ 47.562	-8,80%
11	2031	11208,4	R\$ 4.743	-R\$ 42.819	-7,23%
12	2032	11083,1	R\$ 4.597	-R\$ 38.222	-5,92%
13	2033	10957,8	R\$ 4.456	-R\$ 33.766	-4,83%
14	2034	10832,5	R\$ 4.318	-R\$ 29.448	-3,92%
15	2035	10707,2	R\$ 4.184	-R\$ 25.264	-3,14%
16	2036	10581,9	R\$ 4.054	-R\$ 21.210	-2,47%
17	2037	10456,6	R\$ 3.927	-R\$ 17.284	-1,90%
18	2038	10331,3	R\$ 3.803	-R\$ 13.480	-1,40%
19	2039	10205,9	R\$ 3.683	-R\$ 9.797	-0,96%
20	2040	10080,6	R\$ 3.566	-R\$ 6.231	-0,58%
21	2041	9955,3	R\$ 3.453	-R\$ 2.778	-0,25%
22	2042	9830,0	R\$ 3.342	R\$ 564	0,05%
23	2043	9704,7	R\$ 3.234	R\$ 3.798	0,31%
24	2044	9579,4	R\$ 3.130	R\$ 6.928	0,54%
25	2045	9454,1	R\$ 3.028	R\$ 9.956	0,75%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao final dos 25 anos, o VPL calculado para o projeto é positivo, no valor de R\$ 9.956,00, o que indica segundo os critérios estabelecidos para esse indicador, viabilidade financeira. Em outras palavras, ele não apenas paga o investimento inicial, como também é capaz de remunerar o capital ao custo da TMA e gerar um superávit de R\$ 9.956,00 em valores atuais.

No entanto, a TIR de 0,75% obtida ao final do período de estudo é significativamente inferior a TMA de 8,75% arbitrada, o que indica que a rentabilidade do projeto é muito baixa, não superando o custo de oportunidade do capital. Segundo este critério, o projeto é pouco atrativo.

O tempo de *payback* calculado, por sua vez, é de aproximadamente 22 anos, uma vez que o VPL aparece negativo até o ano de 2041 (-R\$ 2.778,00), e se torna positivo pela primeira vez em 2042 (R\$ 564,00). Este longo tempo de *payback*, que soma 88% do tempo de vida útil do projeto, evidencia um retorno lento do capital investido, caracterizando um investimento de elevado risco.

A dualidade de resultados obtidas através da análise exclusiva dos indicadores financeiros – um VPL que valida o investimento e uma TIR que o desaconselha – somada ao longo período de *payback* descontado, exige que a interpretação da viabilidade de execução do projeto transcenda a ótica estritamente financeira.

Nesse sentido, embora a TIR aponte para uma rentabilidade baixa, o VPL positivo confirma que os fluxos de caixa gerados pelo projeto são robustos o suficiente para cobrir integralmente o custo de oportunidade do capital definido (TMA) e ainda gerar um excedente de valor, garantindo a ausência de desperdício de verba pública. Desta forma, o projeto se destaca por atuar simultaneamente como uma ferramenta estruturada para viabilizar a pesquisa e como mecanismo capaz de gerar retorno financeiro ao poder público.

Ainda, considerando o contexto no qual se insere, a central de geração solar deve ser vista como um investimento pedagógico de excelência, capaz de fomentar competências essenciais na comunidade acadêmica e promover o desenvolvimento de uma economia de baixo carbono. Portanto, seu valor acadêmico, ambiental e social transpõe sua performance financeira limítrofe, tornando-se um investimento estratégico que corrobora na fomentação do conhecimento, na formação dos cidadãos e na transformação da sociedade.

4.3.3 Gestão de resíduos, economia de água, educação e sociedade

Ampliando seu foco de atuação para outras vertentes da sustentabilidade, a Iniciativa Ponto Iluminado desenvolveu e implementou, através do FEG-sustentável, projetos nas áreas de gestão de resíduos sólidos, economia de água e educação.

A Iniciativa é responsável pela construção do primeiro depósito de resíduos recicláveis e eletroeletrônicos do campus. Estruturado com divisões específicas para cada tipo de material, o projeto estimula e facilita o processo de coleta e separação do lixo gerado nas dependências da faculdade. Dessa forma, garante-se a destinação adequada dos resíduos a seus respectivos processos de reciclagem, o que não só reduz impactos ambientais gerados pelo descarte incorreto, como fortalece o compromisso coletivo da comunidade acadêmica com a sustentabilidade.

O depósito de resíduos é retratado na Figura 19.

Figura 19 – Depósito de resíduos recicláveis e eletroeletrônicos.



Fonte: Moraes et al. (2020).

Além do depósito, lixeiras personalizadas foram projetadas e instaladas ao redor do campus em rotas de grande circulação de alunos e funcionários, funcionando tanto como locais de descarte seguro como instrumentos de conscientização ambiental (Moraes et al., 2020).

A vertente voltada à economia de água, por sua vez, abrange desde campanhas de conscientização para a redução do consumo e desperdício de água, passando pela modernização de torneiras e bebedouros, até a adoção de soluções técnicas para a captação e tratamento de água pluvial.

Em parceria com o Centro Acadêmico de Engenharia Civil (CAEC) e o Programa de Educação Tutorial (PET), entidades acadêmicas instaladas dentro do campus, a Iniciativa Ponto Iluminado implementou um protótipo com capacidade de 4.000 litros para a captação e tratamento da água da chuva, retratada na Figura 20.

Figura 20 – Sistema de captação de água da chuva.



Fonte: Moraes et al. (2020).

O sistema possui um filtro desenvolvido por um ex-aluno da faculdade e implementado com o auxílio de uma empresa de tratamento de água (Moraes et al., 2020), o que garante a obtenção e armazenamento de água limpa, que pode ser usada para diversas finalidades, tais como irrigação e limpeza do campus. Essa solução de engenharia permite o reaproveitamento de toneladas de água de chuva, reforçando o compromisso da Iniciativa Ponto Iluminado em estimular o reuso e reduzir a dependência de água potável para atividades das quais sua utilização não é fundamental, o que caracteriza uma abordagem mais sustentável de administração dos recursos hídricos disponíveis no campus.

Como descrito as ações da Iniciativa Ponto Iluminado são fruto do trabalho combinado de membros, voluntários, servidores universitários, organizações estudantis e instituições públicas e privadas, o que possibilita o intercâmbio multidirecional de ideias que transpõem os portões da universidade. De maneira a intensificar este intercâmbio, a Iniciativa promove ações educacionais externas que abrangem atividades em instituições de ensino fundamental, médio e superior, onde conceitos como uso racional de energia elétrica e impactos positivos da adoção de medidas sustentáveis no cotidiano são disseminados e popularizados.

Aulas, exposições e palestras seguidas de visitas às instalações internas também fazem parte da frente de Educação e Sociedade do projeto, contribuindo para o aumento de sua visibilidade e ampliando seu alcance dentro e fora do campus. É retratada na Figura 21 uma palestra realizada em 2023 no campus da universidade pelos membros da Iniciativa, onde foram recebidos alunos de escolas públicas e instituições de ensino superior da região. Em seguida,

como ilustrado na Figura 22, os participantes participaram de uma sessão de visitação à central de geração solar.

Figura 21 – Palestra da Iniciativa Ponto Iluminado à comunidade externa.



Fonte: Acervo da Iniciativa Ponto Iluminado (2023a).

Figura 22 – Sessão de visitação à central de geração solar.



Fonte: Acervo da Iniciativa Ponto Iluminado (2023b).

Em 2020 foi criada a Central de Sustentabilidade que, idealizada como o centro operacional de todas as ações do projeto, possibilita à equipe a realização de testes, monitoramentos e pesquisas, ao mesmo tempo que serve de espaço interativo de visitação capaz de proporcionar uma compreensão mais ampla das ações desenvolvidas pela Iniciativa.

O espaço conta, por exemplo, com uma bancada de testes de sistemas de iluminação, utilizada para exemplificar a públicos de diferentes faixas etárias os distintos tipos de

iluminação e aquecimento, ensinando boas práticas de eficiência energética replicáveis no cotidiano. A bancada de testes de sistemas de iluminação pode ser vista na Figura 23.

Figura 23 – Bancada de testes de sistema de iluminação.



Fonte: Moraes et al. (2020).

O conjunto de ações descritas atuam de maneira a criar um ambiente universitário colaborativo, capaz de reeducar a população quanto ao uso consciente de recursos naturais, unindo o bem-estar social à preservação ambiental. Os conhecimentos e hábitos sustentáveis adquiridos durante à participação ativa dos estratos sociais nas diversas atividades do projeto permitem, então, a difusão da ideia de união como chave para o alcance e manutenção efetivos do desenvolvimento sustentável.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar os impactos econômicos e socioambientais de iniciativas de sustentabilidade originadas em ambiente universitário, utilizando a Iniciativa Ponto Iluminado, desenvolvida na UNESP de Guaratinguetá, como estudo de caso. O tema se justifica pelo aumento relevante de publicações acadêmicas relacionadas entre 1994 e 2024, o que expressa a atenção crescente da comunidade acadêmica no que diz respeito ao estudo e aplicação de ações sustentáveis na sociedade contemporânea.

A análise detalhada dos projetos desenvolvidos pela Iniciativa Ponto Iluminado demonstra que ações locais e continuadas são capazes de gerar impactos significativos e duradouros na sociedade.

O projeto precursor e de mesmo nome, que propôs a iluminação do ponto de ônibus situado na avenida principal de acesso à universidade, obteve êxito em mitigar a incidência de crimes na região ao aprimorar a iluminação pública. O sistema inteligente, elaborado à base de painéis solares, sensores e lâmpadas LED, é responsável por gerar em média 230,4 kWh anuais de energia elétrica com baixo impacto ambiental, proporcionando, em nove anos de operação, a redução estimada de aproximadamente 150 kg de CO₂ equivalente na atmosfera.

Em uma consulta pública conduzida pelos membros do projeto, foi levantado que 86,7% dos entrevistados acreditam que o projeto contribuiu para mitigar a falta de segurança no local, e que 87,9% compartilham da opinião de que o projeto tem potencial conscientizador sobre a importância da utilização de fontes de energia renovável.

O sucesso a nível nacional e internacional do projeto inicial viabilizou sua ampliação por meio de uma parceria que envolveu de forma integrada alunos, professores, servidores técnicos e empresas. Dessa expansão surgiu o projeto FEG – Sustentável, que estabeleceu como principais vertentes da Iniciativa a eficiência energética, a geração de energia limpa, a gestão de resíduos, a economia de água, educação e sociedade.

A proposta de modernização do sistema de iluminação do campus, responsável pela substituição das obsoletas lâmpadas de vapor de sódio por lâmpadas fluorescentes LED, gera anualmente uma economia superior a R\$ 335.500,00 às contas da universidade, sendo responsável também pela redução da emissão de aproximadamente 30 toneladas anuais de CO₂ à atmosfera. Estes resultados toram-se ainda mais expressivos considerando que cerca de apenas 30% da iluminação interna foi modernizada, o que revela um forte potencial de ampliar a economia e os benefícios ambientais já obtidos.

Além de representarem uma expressiva vantagem econômica, as lâmpadas modernizadas proporcionam ganhos significativos à saúde pública, pois a tecnologia LED é

livre de metais pesados como o chumbo e o mercúrio. Dessa forma, sua utilização não apenas reduz os riscos de contaminação ambiental, como também contribui para a prevenção de doenças como o câncer de pele e alterações na visão, ao mesmo tempo em que promove melhor qualidade de iluminação para servidores e alunos.

Na vertente de geração de energia limpa, a central de geração solar equipada de 9.080 W de potência instalada, foi responsável por gerar aproximadamente 53 MWh de energia elétrica limpa em apenas cinco anos de operação, somando uma redução na emissão de poluentes superior a 3,2 toneladas de CO₂ equivalente.

A análise de viabilidade econômica deste projeto de investimento de vida útil estimada de 25 anos e investimento inicial de R\$ 106.618,00 revelou resultados contrastantes. Ao passo que o VPL obtido foi positivo (R\$ 9.956,00), indicando viabilidade financeira, a TIR (0,75%) indica uma rentabilidade consideravelmente inferior à TMA arbitrada (8,75%). A combinação destes indicadores aliada ao fato de que o método do *Payback* Descontado apontou um longo tempo de retorno do investimento (cerca de 22 anos), sob uma ótica estritamente financeira, levaria o projeto à rejeição.

Considerando o contexto acadêmico no qual o projeto foi desenvolvido, e que o investimento inicial elevado é fruto da estrutura planejada para pesquisa e ensino, o resultado do VPL indica que o projeto não apenas se paga no seu tempo de vida útil, como gera lucro para a universidade no mesmo período.

Ainda, a avaliação de projetos de sustentabilidade universitária deve transcender a ótica mercadológica, uma vez que estes se caracterizam como investimentos estratégico-pedagógicos de excelência, corroborando na formação de competências práticas essenciais para a comunidade acadêmica. Desta forma, os valores acadêmicos, ambientais e sociais promovidos por seu desenvolvimento transpõem sua performance financeira, tornando-se atrativos em um mundo cada vez mais interessado pelo desenvolvimento sustentável.

Cabe destacar que, embora apresente menor complexidade, o projeto de modernização da iluminação no campus proporciona retornos financeiros e ambientais anuais superiores aos da central de geração solar. Esse resultado evidencia que ações simples, como a adoção de tecnologias mais eficientes e ambientalmente responsáveis, quando aplicadas de forma contínua e estratégica, são capazes de gerar impactos expressivos e duradouros.

De forma geral, somando-se os retornos anuais dos projetos a base de geração de energia limpa e eficiência energética desenvolvidos dentro da Iniciativa Ponto Iluminado, em termos de valor presente, as economias ultrapassam R\$ 340.000,00, um resultado bastante significativo considerando o contexto universitário.

O desenvolvimento do primeiro depósito de resíduos recicláveis e eletroeletrônicos do campus e do protótipo de captação e tratamento de água da chuva, por sua vez, representam uma gestão cada vez mais holística da Iniciativa para com a sustentabilidade. Para além de projetos técnicos, o intercâmbio multidirecional de ideias através de ações educacionais externas, incluindo palestras e exposições dentro e fora do campus, servem como espaço expositor de reeducação da população sobre o uso consciente de recursos naturais, fomentando a adoção progressiva de técnicas sustentáveis no cotidiano comum.

Considerando o conjunto de suas frentes de atuação, a Iniciativa Ponto Iluminado abrange doze dos dezessete ODS da ONU (3,4,6,7,8,9,11,12,13,14,15 e 17) e, em comparação aos projetos analisados no início da seção de resultados – tanto em âmbito nacional quanto internacional – contempla dois ODS a mais que todos os projetos reunidos. Esse resultado evidencia o sólido alinhamento da Iniciativa com a Agenda 30, destacando-se como uma das propostas sustentáveis mais abrangentes e integradas no contexto das ODS, tanto nacional quanto internacionalmente.

De fato, a Iniciativa tem sido reconhecida internacionalmente desde sua criação, onde, recentemente, pode-se destacar sua apresentação em simpósio no maior instituto de engenharia do mundo na Conferência Mundial do Clima das Nações Unidas (COP 28) (Ponto Iluminado, 2025b).

Os resultados obtidos neste trabalho revelam que a Iniciativa Ponto Iluminado ultrapassa o caráter de um simples projeto de extensão universitária, consolidando-se como vetor de transformação socioambiental no campus da FEG-UNESP, tornando-o um embrião de campus modelo de sustentabilidade. Nesse sentido, os projetos desenvolvidos são capazes de integrar ensino, pesquisa e extensão em torno de objetivos comuns, promovendo um ambiente acadêmico mais consciente, participativo e comprometido com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Considerando seu impacto social e formativo, torna-se evidente a importância de formalizar a Iniciativa como programa permanente da universidade, garantindo sua continuidade e ampliação, sem perder suas características fundamentais de inovação e autonomia de gestão. A incorporação de seus projetos em componentes curriculares, atividades práticas de disciplinas e em ações extensionistas estimularia o espontâneo e contínuo engajamento estudantil, permitindo que as futuras gerações de alunos participassem de forma gradual, orgânica e integrada nas ações sustentáveis desenvolvidas – o que vai ao encontro do papel da universidade em fortalecer uma cultura institucional pautada na inovação, responsabilidade socioambiental e formação cidadã.

Ainda, como sugestão para estudos futuros, propõe-se a realização de análises voltadas à eficiência energética de sistemas que integrem trocadores de calor a painéis fotovoltaicos. Tal abordagem possibilitaria avaliar o impacto da dissipação térmica sobre o desempenho dos módulos fotovoltaicos, assim como a viabilidade técnica e econômica da implementação desses sistemas em diferentes contextos climáticos e estruturais.

REFERÊNCIAS

ADAMI, José Feliciano. **Sistema de geração de energia elétrica utilizando painéis fotovoltaicos (FEG Sustentável)**: segunda fase. Solicitação de auxílio à pesquisa regular – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017.

ANDRADE, Rômulo Wilker Neri de; PINTO, Pedro Henrique Pinheiro Xavier; Projetos de extensão no contexto ambiental: estudo dos projetos desenvolvidos em 2017 e 2018 pelo IFPB campus Monteiro. **Interfaces – Revista de Extensão da UFMG**, Belo Horizonte, v.12, p.1-20, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistainterfaces/article/view/45196/44207>. Acesso em: 11 maio 2025.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Base de dados das tarifas das distribuidoras de energia elétrica**, [2025]. Disponível em: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/basestarifas>. Acesso em: 10 set. 2025.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Custo da energia que chega aos consumidores**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/custo-da-energia-que-chega-aos-consumidores>. Acesso em: 9 jul. 2025.

BCB. Banco Central do Brasil. **Localizar séries – Sistema Gerenciador de Séries Temporais**, 2025. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acesso em: 03 out. 2025.

BCB. Banco Central do Brasil. **Taxa Selic**, [20--] Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>. Acesso em: 03 out. 2025.

BRASIL. Constituição de 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2024]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 22 fev. 2024.

BRASIL. **Declaração de Brasília para a Educação Ambiental**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Ministério da Educação e do Desporto, 1997. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/informacoes-classificadas/item/8069-declara%C3%A7%C3%A3o-de-bras%C3%ADlia-para-a-educa%C3%A7%C3%A3o-ambiental.html#:~:text=A%20iniciativa%20de%20realizar%20a,e%20no%20Programa%20Nacional%20de>. Acesso em: 23 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 23 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Fatores de emissão**, 2025. Plataforma SIRENE – Sistema de Registro Nacional de Emissões. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao>. Acesso em: 9 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**, 2016. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>. Acesso em: 16 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 global**, 2012. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>. Acesso em: 16 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Centro de educação ambiental no Brasil**: manual de orientação. Brasília: Centro de Informação, Documentação Ambiental e Editoração (MMA), 2004. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/ceas_manor.pdf. Acesso em: 16 fev. 2024.

BRASIL. Programa Nacional de Educação Ambiental. **PRONEA**. 3. ed. Brasília: Centro de Informação, Documentação Ambiental e Editoração (MMA), 2005. Manual. Disponível em: <https://educamb.mma.gov.br/?docs=programa-nacional-de-educacao-ambiental-3a-edicao>. Acesso em: 16 fev. 2024.

CESAR, Christopher Pereira. **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal**: um estudo evolutivo e das competências da instituição. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/inst/monografia/2009II/Cristopher.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Histórico**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/historico/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

CHOI, Kevin. **288 solar panels were installed atop ENR2 and will provide 15% of the building's annual electrical use. The panels also partially shade a green roof where scientists will study the benefits of combining solar panels with green spaces**. 2021. Fotografia. *on-line*. Disponível em: <https://news.arizona.edu/news/harvesting-sunlight-and-plant-power-uarizonas-greenest-building>. Acesso em: 13 maio 2025.

CLIMATE DATA. **Clima Guaratinguetá (Brasil)**, 2025. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/guaratingueta-3088/>. Acesso em: 12 ago 2025.

DAH SOLAR. **HMC78X9 440~460W**: Half-Cell High Efficiency PV Module. Hafei City, China: Dah Solar, [20--]. Catálogo técnico. Disponível em: https://static.souenergy.com.br/catalog/product/file/HCM78X9-440-460W_1_.pdf. Acesso em: 13 ago 2025.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Fontes de energia**. Brasília, [20--]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 18 set. 2023.

EXIOM SOLUTION S.A. **EX340M(FLEX)-72**. Oviedo, Espanha: Exiom solution, [20--]. Catálogo técnico. Disponível em: <https://www.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/44546>. Acesso em: 13 ago 2025.

FECAP. **Do triple bottom line de John Elkington para os seis capitais do relato integrado**, 2021. Disponível em: <https://www.fecap.br/2021/07/01/do-triple-bottom-line-de-john-elkington-para-os-seis-capitais-do-relato-integrado/>. Acesso em 16 fev. 2025.

GLOBO. **Universitários reclamam de assaltos na região da Unesp em Guaratinguetá**, 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2014/02/universitarios-reclamam-de-assaltos-na-regiao-da-unesp-em-guaratingueta.html>. Acesso em: 14 maio 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Características gerais dos domicílios e dos moradores 2016–2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/1cd893a10b3cabf31fc31e994531632f.pdf. Acesso em: 21 maio 2025.

JACUNDÁ, Mylena Costa; COSTA, Jeferson Moraes da; VICENTE, Kyldes Batista. Impacto da Extensão Universitária na Sustentabilidade e Inovação: análise do projeto “Conectando Ideias” da UNITINS. **Revista Práticas em Extensão**, v. 8, n. 2, p. 10-20, 2024. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/praticasemextensao/article/view/3894/2545>. Acesso em: 10 maio 2025.

JAPIASSÚ, Carlos Eduardo; GUERRA, Isabella Franco. 30 anos do relatório Brundtland: nosso futuro comum e o desenvolvimento sustentável como diretriz constitucional brasileira. **Revista de Direito da Cidade**, v. 9, n. 4, p. 1884-1901, 2017. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/rdc/article/view/30287>. Acesso em: 15 set. 2023.

MACHADO, Vilma de Fátima. **A produção do discurso do desenvolvimento sustentável: de Estocolmo à Rio-92**. Tese de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, 2005. Disponível em: <https://www.repositorio.unb.br/handle/10482/41415>. Acesso em: 15 set. 2023.

MATOS, Tharcia Priscilla de Paiva Batista; BATISTA, Leidiane Priscilla de Paiva; PAULA, Edson Oliveira de. Notas sobre a história da Educação Ambiental no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6, 2020, Fortaleza, Ceará. **Anais Eletrônicos [...]**. Realize Eventos, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/53055#:~:text=A%20hist%C3%B3ria%20da%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20Ambiental%20no%20Brasil%20foi%20inspirada%20pelo,sociedade%20com%20o%20meio%20ambiente>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MORAES, Thiago Matheus Martins de. 2016. Fotografia. Acervo: Iniciativa Ponto Iluminado, Guaratinguetá. Observação: acervo particular.

MORAES, Thiago Matheus Martins de. 2018. Fotografia. Acervo: Iniciativa Ponto Iluminado, Guaratinguetá. Observação: acervo particular.

MORAES, Thiago Matheus Martins de. 2021. Fotografia. Acervo: Iniciativa Ponto Iluminado, Guaratinguetá. Observação: acervo particular.

MORAES, Thiago Matheus Martins de. 2022. Fotografia. Acervo: Iniciativa Ponto Iluminado, Guaratinguetá. Observação: acervo particular.

MORAES, Thiago Matheus Martins de. 2023a. Fotografia. Acervo: Iniciativa Ponto Iluminado, Guaratinguetá. Observação: acervo particular.

MORAES, Thiago Matheus Martins de. 2023b. Fotografia. Acervo: Iniciativa Ponto Iluminado, Guaratinguetá. Observação: acervo particular.

MORAES, Thiago Matheus Martins de. **Manual de operação e manutenção Ponto Iluminado**. Guaratinguetá, 2019.

MORAES, Thiago Matheus Martins de; JACINTHO, Felipe Fernandes; CAMARGO, Gabriela Maia; PETRI, Lucas de Paula Santos; SIMÕES, Marcus Vinícius; DIAS, Rubens Alves; ADAMI, José Feliciano. The impacts of sustainability on society. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE ENERGY AND ENVIRONMENT SENSING – SEES, 2018, Cambridge. **Proceedings [...]**. Cambridge: Fitzwilliam College, University of Cambridge, 2018.

MORAES, Thiago Matheus Martins de; JACINTHO, Felipe Fernandes; CAMARGO, Gabriela Maia; ADAMI, José Feliciano; DIAS, Rubens Alves. The positive impacts of Sustainability in the Community: a study of the FEG-Sustentável project. **IEEE Potentials**, v.40, n.1, p.30-37, jan.-fev.2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9307330>. Acesso em: 16 jul. 2025.

MORAES, Thiago Matheus Martins de; VIVEIROS, Henrique Amon de Lima; JACINTHO, Felipe Fernandes; CAMARGO, Gabriela Maia; ADAMI, José Feliciano; DIAS, Rubens Alves. The use of technology for the growth of the sustainability concept inside community. In: 2020 IEEE GLOBAL HUMANITARIAN TECHNOLOGY CONFERENCE (GHTC), Seattle, WA, USA. **Proceedings [...]**. IEEE, nov. 2020. p.1-8. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9342954>. Acesso em: 19 ago 2025.

MORAES, Thiago Matheus Martins de; PETRI, Lucas de Paula Santos. Reducing Criminality and Saving Energy. In: 2016 IEEE GLOBAL HUMANITARIAN TECHNOLOGY CONFERENCE (GHTC), Seattle, WA, USA. **Proceedings [...]**. IEEE, out. 2016. p.538-541. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7857332>. Acesso em: 15 mai 2025.

MOURA, Adriana Maria Magalhães. Trajetória da política ambiental federal no brasil. In: MOURA, Adriana Maria Magalhães. **Governança Ambiental no Brasil**: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2016. p. 13-43. Disponível em: <https://dspace.almg.gov.br/xmlui/handle/11037/45198>. Acesso em: 10 fev. 2024.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 26, n.74, p. 51-64, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/28425>. Acesso em: 14 set. 2023.

ONU. Nações Unidas Brasil. **Sobre nosso trabalho para alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil**, [20--]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 18 set. 2023.

NUNES, Ana Lucia de Paula Ferreira; DA CRUZ SILVA, Maria Batista. A extensão universitária no ensino superior e a sociedade. **Mal-estar e Sociedade**, v. 4, n. 7, p. 119-133, 2011. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/gtic-malestar/article/view/60>. Acesso em: 23 fev. 2024.

OGRYSKO, Karla. **O processo de substituição de importações no Brasil no período de 1930-1960**. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Econômicas do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/74996>. Acesso em: 10 fev. 2024.

OLIVEIRA, Lucas Rebello de; MEDEIROS, Raffaella Martins; TERRA, Pedro de Bragança. QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção**, v. 22, p. 70-82, jan.-fev. 2012. Disponível em: <https://prod.org.br/article/doi/10.1590/S0103-65132011005000062>. Acesso em: 14 set. 2023.

PELLICIONI, Andréa Focesi. **Trajetória do movimento ambientalista**. Curso de gestão ambiental. Barueri, São Paulo. Editora Manole, 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6189409/mod_resource/content/1/Texto5-%20Introdu%C3%A7%C3%A3oGApdf.pdf. Acesso em: 15 set. 2023.

PONTO ILUMINADO. **Nossa história**, 2025b. Disponível em: <https://www.pontoiluminado.org/história>. Acesso em: 9 jul. 2025.

PONTO ILUMINADO. **Ponto Iluminado: o precursor de uma era**, 2025a. Disponível em: <https://www.pontoiluminado.org/projetos/ponto-iluminado>. Acesso em: 9 jul. 2025.

REBELATTO, Daisy. **Projeto de investimento**. Barueri: Manole, 2004. E-book. ISBN 9788520442470. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520442470/>. Acesso em: 02 out. 2025.

ROOS, Alana; BECKER, Elsbeth Leia Spod. Educação ambiental e sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.5, n.5, p. 857-866, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/4259/3035>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey; LAMB, Roberto. **Administração Financeira**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015. E-book. ISBN 9788580554328. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788580554328/>. Acesso em: 03 out. 2025.

RUFINO, Bianca; CRISPIM, Cristina. **Breve resgate histórico da Educação Ambiental no Brasil e no mundo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6, 2015, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VII-069.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2024.

SACRAMENT STATE UNIVERSITY. **Sustainability report: 2021–2022**. Sacramento: Sacramento State University, 2022. Disponível em: https://www.csus.edu/experience/innovation-creativity/sustainability/_internal/_documents/sustainability-report-21-22.pdf. Acesso em: 10 maio 2025.

SCHROEDER, Jocimari Tres, SCHROEDER, Ivanir; COSTA, Reinaldo Pacheco da; SHINODA, Carlos. O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento. **Revista Gestão Industrial**, v. 1, n. 2, p. 36-45, 2005. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/163>. Acesso em: 01 out. 2025.

SILVA, Oberdan Dias da. **O que é extensão universitária**, 1997. Disponível em: <https://www.ecientificocultural.com/ECC3/oberdan9.htm>. Acesso em: 26 fev. 2024.

STEPAN, Liana; JACQ, Margot; SHEANH, Molly; HAMBROOK, Zachary. **Cleanliness Index Project – Recycling Education & Bin Locations: Final Report**. Vancouver: Simon Fraser University, 2018.

TAQUES, Rhuann Carlo Viero; ARAÚJO, Mariane de; AFFONSO, Ana Lúcia Suriani; KATAOKA, Adriana Massaçê. Educação Ambiental, Extensão Universitária e o Desenvolvimento Sociorregional de Turvo, Paraná. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v.13, n.1, p.137-148, jan.-abr. 2022. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RBEU/article/download/12344/8475/>. Acesso em: 10 maio 2025.

UNEP. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **O que você precisa saber sobre Estocolmo +50**, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/o-que-voce-precisa-saber-sobre-estocolmo50>. Acesso em: 16 set. 2023.

UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho: campus de Guaratinguetá: Unesp, 2025. [Google Maps]. Disponível em: https://www.google.com/maps/place/22%C2%B048'10.4%22S+45%C2%B011'28.8%22W/@-22.802875,-45.1939003,773m/data=!3m2!1e3!4b1!4m4!3m3!8m2!3d-22.80288!4d-45.19132?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDgyNC4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D. Acesso em: 12 ago 2025.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. **Report of the Conference of the Parties on its third session, held at Kyoto from 1 to 11 December 1997**. UNFCCC, 1998. Disponível em: <https://unfccc.int/documents/1304>. Acesso em: 15 abr. 2025

UNFPA. Fundo de População das Nações Unidas. **Objetivos de desenvolvimento do milênio**, [20--]. Disponível em: <https://brazil.unfpa.org/pt-br/objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em: 18 set. 2023.

UNIVERSITY OF ARIZONA. **Large Scale Renewable Energy**. Tucson: Office of Sustainability, 2021. Disponível em: <https://sustainability.arizona.edu/projects/large-scale-renewable-energy>. Acesso em: 13 maio 2025.

UNIVERSITY OF ARIZONA. **Sustainability & Climate Action Plan: Annual Report.**

Tucson: University of Arizona, 2023. Disponível em:

<https://annualreport.sustainability.arizona.edu/#/>. Acesso em: 13 maio 2025.

UPSOLAR. **Polycrystalline PV module 72 cells – 6”**. [S.I.]: Upsolar, [20--]. Catálogo

técnico. Disponível em: [https://es-media-](https://es-media-prod.s3.amazonaws.com/media/components/panels/spec-sheets/2018_US-P7-8_Poly_72_compressed.pdf)

[prod.s3.amazonaws.com/media/components/panels/spec-sheets/2018_US-P7-](https://es-media-prod.s3.amazonaws.com/media/components/panels/spec-sheets/2018_US-P7-8_Poly_72_compressed.pdf)

[8_Poly_72_compressed.pdf](https://es-media-prod.s3.amazonaws.com/media/components/panels/spec-sheets/2018_US-P7-8_Poly_72_compressed.pdf). Acesso em 13 ago 2025.

USP. Universidade de São Paulo. **Sustentabilidade**, 2021. Disponível em:

[https://cursosextensao.usp.br/pluginfile.php/774374/mod_resource/content/1/SUSTENTABIL](https://cursosextensao.usp.br/pluginfile.php/774374/mod_resource/content/1/SUSTENTABILIDADE.pdf)

[IDADE.pdf](https://cursosextensao.usp.br/pluginfile.php/774374/mod_resource/content/1/SUSTENTABILIDADE.pdf). Acesso em: 15 set. 2023.

VASCONCELOS, Teresa. A importância da educação na construção da cidadania. **Revista saber e educar** v. 1, n. 12, 2007. Disponível em:

http://repositorio.esep.pt/bitstream/20.500.11796/714/2/SeE12A_ImportanciaTeresa.pdf.

Acesso em: 13 fev. 2024.

WARD, Barbara; DUBOS, René. **Uma terra somente**: a preservação de um pequeno planeta.

São Paulo: Melhoramentos; Universidade de São Paulo, 1973.