

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ECONÔMICA NAS INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO:
ESTUDO DE CASO DE LEVANTAMENTO E UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES DE CONSUMO ENERGÉTICO,
APLICADOS NO CONTROLE E GESTÃO DE PRODUÇÃO FOTOVOLTAICA E UTILIZAÇÃO DA ENERGIA
ELÉTRICA NO CAMPUS BRUMADO – IFBA.**

Nascimento, Mauricio A.^{1(*)}; Barbosa, Celton Ribeiro.²; Soares, Mariana Coqueiro³; Almeida, Lidiane de Brito⁴;
Silva, Felipe Coelho⁵; Dias, Luis Felipe Ribeiro⁶.

1. Pesquisador do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia -IFBA/COEDI
2. Pesquisador do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia -IFBA/COEDI
3. Estudante de IC no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia -IFBA/COINF
4. Pesquisadora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia -IFBA/COEDI
5. Estudante de IC no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia -IFBA/COINF
6. Estudante de IC no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia -IFBA/COMIN

Resumo:

Diante do agravamento da crise climática e da necessidade global de reduzir emissões de gases poluentes, torna-se fundamental fortalecer a consciência ambiental nas instituições de ensino, sobretudo nos aspectos relacionados à informação, monitoramento e consumo energético. Este trabalho objetivou apresentar o levantamento de índices de consumo considerando a autoprodução fotovoltaica, aplicado ao campus IFBA – Brumado (BA), permitindo análises críticas sobre a diversificação da matriz energética e o uso de energias renováveis. A partir dessa abordagem, evidenciam-se alternativas para educação, informação e gestão sustentável, bem como para o controle e a redução do consumo. Os resultados destacam os benefícios da aplicação de índices e parâmetros de monitoramento, contribuindo para maior eficiência energética, para a redução de custos operacionais e de manutenção elétrica, e para a consolidação de práticas institucionais alinhadas à sustentabilidade e ao compromisso socioambiental.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Geração de energia Fotovoltaica; índices de consumo e produção.

Apoio financeiro: Esta pesquisa recebeu apoio financeiro do IFBA através do Edita nº 02/2024/ PRPGI de 06 de fevereiro de 2024. SELEÇÃO DE BOLSISTAS – 2024/2025 - PIBIC-EM – IFBA / CNPq.

Introdução:

A produção energética baseada em combustíveis fósseis é uma das principais causas da crise climática, pois a queima de petróleo, gás natural e carvão libera grandes quantidades de gases de efeito estufa, intensificando o aquecimento global. O IPCC (2019) aponta que a concentração de CO₂ atingiu níveis inéditos em 2 milhões de anos, com aumento médio de quase 1°C em relação ao período pré-industrial, podendo chegar a 1,5°C entre 2030 e 2052. Os impactos desse processo afetam meio ambiente, economia e sociedade, reforçando a urgência de transição para fontes renováveis.

Nesse cenário, a energia solar fotovoltaica constitui alternativa estratégica. Em instituições de ensino, pode reduzir custos, emissões e dependência da rede, além de possibilitar novos investimentos em sustentabilidade e servir como instrumento pedagógico. Contudo, sua instalação requer investimentos iniciais em equipamentos, infraestrutura e mão de obra qualificada, tornando fundamental a correta análise de custos e benefícios.

Nesse contexto, a criação e uso de índices de consumo energético tornam-se ferramentas essenciais. Eles permitem identificar padrões de demanda, otimizar a alocação da energia produzida, orientar decisões de gestão e relacionar consumo a variáveis institucionais, como: número de alunos, distribuição das unidades, uso de laboratórios e equipamentos. Assim, possibilitam uma gestão mais precisa dos recursos econômicos e energéticos.

Políticas públicas e incentivos também são relevantes. Linhas de crédito, subsídios, liberdade de contratação do fornecimento e a compensação de créditos energéticos regulada pela ANEEL ampliam a viabilidade econômica. Uma vez implantados, sistemas fotovoltaicos aliados a índices de controle contribuem para equilibrar autoprodução e demanda contratada, reduzindo custos e a dependência das concessionárias.

Portanto, a integração entre geração fotovoltaica e monitoramento por índices não apenas promove eficiência energética e economia, mas também fortalece a sustentabilidade institucional e fomenta a formação crítica dos estudantes. Dessa forma, escolas e universidades podem se consolidar como agentes exemplares da transição para uma matriz mais limpa e alinhada às metas globais de mitigação da crise climática.

Metodologia:

A metodologia deste estudo foi desenvolvida em etapas sucessivas, conforme orienta Gil (2002): levantamento bibliográfico preliminar, elaboração de plano provisório, busca de fontes, leitura do material,

fichamento, organização lógica do tema e redação do texto. A partir dessa base, aprofundou-se a literatura sobre índices de eficiência energética e autoprodução de energia, articulando tais conceitos com a realidade do Instituto Federal da Bahia – Campus Brumado.

Na primeira etapa prática, investigaram-se dados ocupacionais do campus e sua infraestrutura de funcionamento, contemplando matriz de utilização energética, ocupação e funcionalidade dos ambientes (salas de aula, laboratórios, áreas de convivência etc.). Para subsidiar essa análise, aplicou-se um formulário específico direcionado aos membros do Campus Brumado (servidores e discentes) com o intuito de: mapear disponibilidade e geração de energia, grau de ocupação dos espaços, mecanismos de gestão e controle de consumo etc. A etapa possibilitou o reconhecimento das demandas energéticas e da distribuição dos diferentes membros da comunidade acadêmica (alunos, servidores e terceirizados) ao longo do funcionamento institucional do campus.

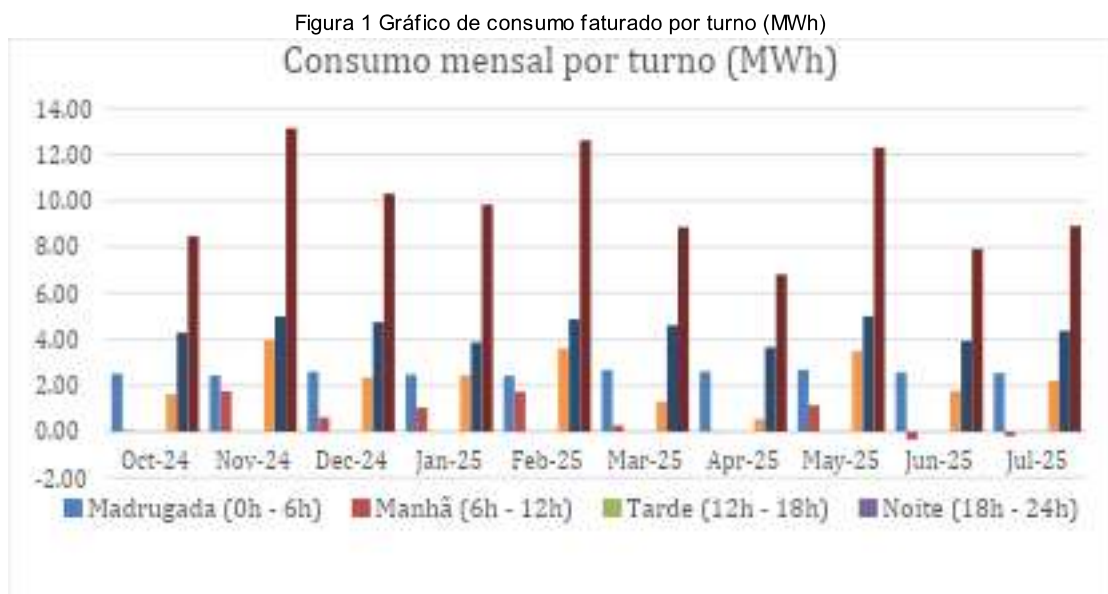
Em seguida, procedeu-se à análise do contrato de demanda elétrica firmado entre o campus e a concessionária, cuja demanda contratada é de 65 kW- A4 Horo-sazonal Verde. Foram examinados os consumos de energia no período de outubro de 2024 a julho de 2025, a partir de informações extraídas do PGEN – Portal de Gerenciamento de Energia de Instituições Públicas e das faturas fornecidas pela concessionária COELBA.

Na sequência, avaliou-se a capacidade de autoprodução energética instalada (sistema fotovoltaico), de modo a fundamentar análises de eficiência econômica e energética. Com base nos dados de funcionamento ocupacional e elétrico do campus, foram formuladas hipóteses e propostas melhorias para gestão do consumo, apoiadas na criação de índices comparativos que possibilitam melhor interpretação da alocação e distribuição energética. Essa etapa contemplou a análise da infraestrutura elétrica (subestação, transformadores, alimentadores, dispositivos de controle e medição) e o uso de ferramentas de eficiência, como sensores de presença, identificando seu potencial de ampliação.

Por fim, foram criados diversos índices de consumo energético, fundamentais para subsidiar decisões de gestão e permitir análises mais precisas sobre a alocação da energia. Esses índices constituíram-se como instrumentos estratégicos para identificar setores de maior consumo, verificar e propor ajustes de eficiência no sistema de autoprodução e avaliar a viabilidade de expansão da capacidade instalada. Dessa forma, a metodologia possibilitou integrar aspectos técnicos, econômicos e institucionais, assegurando embasamento científico à formulação de estratégias de eficiência energética no IFBA – Campus Brumado, apresentando o levantamento de índices de consumo considerando a autoprodução fotovoltaica, aplicado ao campus, e permitindo análises críticas sobre a diversificação da matriz energética e o uso de energias renováveis.

Resultados e Discussão:

Após a consideração de funcionamento elétrico e do consumo de energia no campus, foram realizadas avaliações e considerações para um melhor entendimento da sua eficiência energética. A primeira análise consistiu em avaliar o consumo energético por turnos, levando em consideração a ocupação no campus e a relação com a sua autoprodução energética. A Figura 1 ilustra o gráfico de consumo faturado em MWh por turno, considerando o abatimento da autoprodução de eletricidade, no período avaliado de acompanhamento da pesquisa.



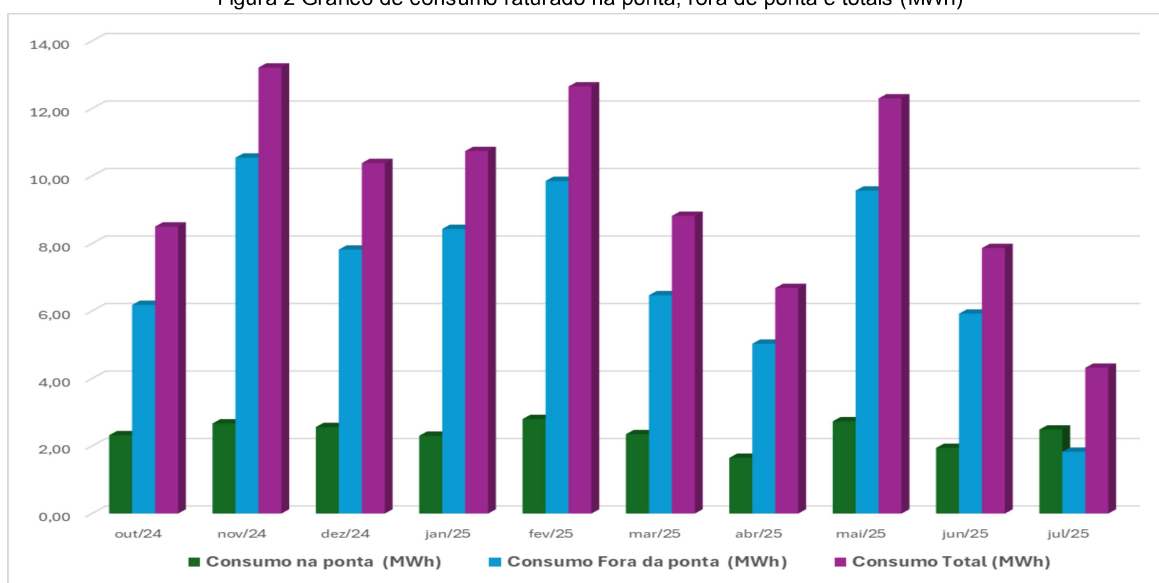
Fonte: Dados PGEN (2025)

Observou-se que no turno da manhã e tarde, o consumo de energia fornecida foi menor mesmo em detrimento destes apresentarem uma maior ocupação, em função principalmente da compensação da autoprodução de energia elétrica fotovoltaica, uma vez que, devido a uma maior incidência solar durante o dia, o sistema fotovoltaico produz maior quantidade de eletricidade compensando a demanda mais alta nestes turnos. Reduzindo assim efetivamente o consumo geral de energia elétrica proveniente do fornecimento da concessionária.

Outro aspecto observado é que no turno noturno, além da realização de aulas nos cursos superiores e subsequentes, que contribuem com o consumo, há uma alta demanda de iluminação nas zonas de circulação e de infraestrutura de segurança do campus (vale ressaltar que o custo de energia elétrica é mais caro das 18:00 às 21:00 horas, considerado como consumo de ponta). Este fato é determinante para consolidar o turno noturno como o de maior consumo elétrico efetivo proveniente da concessionária, uma vez que cai muito a autoprodução fotovoltaica com a diminuição da incidência da radiação solar, e com alto custo relativo pelo consumo na ponta.

A Figura 2 apresenta os dados de consumo na ponta e fora de ponta, considerando o abatimento de autoprodução, de acordo com os dados extraídos das contas da concessionária de energia COELBA.

Figura 2 Gráfico de consumo faturado na ponta, fora de ponta e totais (MWh)



Fonte: Dados COELBA (2025)

A média de consumo faturado neste período avaliado foi de 9,55 MWh de acordo com medições da COELBA, considerando o abatimento da autoprodução. Sendo novembro de 2024, fevereiro de 2025 e maio de 2025 os meses de maior consumo. Em relação a comparação com registros de anos anteriores, observou-se uma diferenciação entre os consumos nos meses de janeiro de 2019, 2021, 2022, 2023, e 2024, e o de janeiro de 2025. Neste último, diferente dos meses de janeiro em anos anteriores onde o consumo foi muito inferior, o consumo chegou a passar por pouco a média de consumo para o período estudado. Embora num primeiro momento este dado pareça inconsistente, na verdade pode ser perfeitamente justificado pois, o mês de janeiro é o mês de férias no cronograma de funcionamento do campus, e, excepcionalmente no ano de 2025 o mês de janeiro foi letivo devido à greve que ocorreu em 2024.

No que concerne aos aspectos contratuais de demanda de energia junto a concessionária, e da infraestrutura de transformação e distribuição interna (capacidade dos transformadores particulares internos) observou-se que poderia se justificar um investimento maior na autoprodução energética para diminuição do consumo efetivo de energia proveniente da concessionária, desde que, fosse reduzida a demanda contratada de fornecimento elétrico. O atual consumo (junho e julho/25) está compatível com a demanda contratada considerando a capacidade atual de autoprodução de energia, ainda que, em alguns meses do período estudado a demanda contratada de 65 kW tivesse sido ultrapassada. Portanto, o investimento em maior capacidade de geração somente se justificaria com a possibilidade na redução contratada da demanda e/ou mudança no padrão de enquadramento na tarifação do consumidor. Sendo que para tanto, seria necessário o investimento em novos transformadores e infraestrutura de distribuição, associados a alteração na contratação de demanda reduzida. Apesar da apreciação desta possibilidade, esta pesquisa não se debruçou sobre a economicidade deste novo sistema de funcionamento elétrico. Deixando assim esta possibilidade de estudo de viabilidade para uma outra possível pesquisa como recomendação.

Após esta análise de possibilidade de aumento na autoprodução versus redução na demanda contratada, foi proposta a criação de um sistema de indicadores de consumo energético per capita para uma instituição de

educação com o objetivo de melhor compreender o uso da energia e subsidiar ações de eficiência energética. A criação destes índices teve a finalidade de proporcionar critérios de avaliação das informações obtidas acerca do funcionamento energético do campus.

A proposta envolve a definição clara de índices de consumo, com base no número de ocupantes (alunos, servidores e colaboradores) e nos dados de consumo energético fornecidos pela concessionária e medição da geração própria (quando houver). Foram produzidos os seguintes índices divididos em dois blocos de análise: considerando os consumos sem o abatimento da autoprodução- **Consumo total per capita mensal; per capita mensal por dia letivo; per capita mensal por dia letivo – Alunos; per capita mensal por dia letivo – Servidores**, e para o segundo bloco, os mesmos índices sugeridos **considerando o abatimento da autoprodução de energia**. De forma a investigar e entender o impacto da autoprodução nos consumos de eletricidade no campus e suas possíveis comparações.

Conclusões:

Após o levantamento de índices de produção fotovoltaica e de consumo energético por atividade e setor, e da aplicação destes nos estudos econômicos do IFBA – Campus Brumado, constatou-se que a análise crítica embasada em índices revelou possibilidades de diversificação da matriz energética de consumo da unidade, ao mesmo tempo em que criou informações sensíveis e alternativas de eficiência na gestão, educação e controle do consumo e da produção renovável.

Foram identificados benefícios diretos da utilização de índices e parâmetros de controle, sobretudo nas medidas de redução de consumo e na gestão eficiente. A continuidade do acompanhamento permitirá avaliar o impacto de ações como instalação de sensores em ambientes de uso comum, elaboração de cartilhas educativas sobre climatização e iluminação, bem como palestras de conscientização, favorecendo o aprendizado e a melhoria contínua da eficiência energética.

Os resultados confirmaram a contribuição significativa para a eficiência energética, a redução de custos de manutenção e a possibilidade de mitigação de impactos ambientais associados ao uso da energia elétrica e a produção de energia. O estudo também evidenciou a necessidade de recomendações complementares para implementação de um programa de melhoria contínua, que pode servir de base a novas pesquisas.

Entre as recomendações destacam-se:

1. Implantação de sistema de monitoramento integrado que consolide dados da concessionária, geração local e ocupação do campus;
2. Criação de dashboards inteligentes (BI, Excel ou Google Sheets) para cálculo e atualização automática dos índices;
3. Comparativos temporais dos índices, correlacionando-os com eventos institucionais (férias, reformas, aumento de matrículas);
4. Definição de metas de redução e simulações de impacto de ações como substituição de equipamentos e campanhas educativas;
5. Segmentação de consumo por bloco ou unidade com medidores setoriais;
6. Elaboração de planilhas-modelo ou dashboards ilustrativos para consolidar dados e facilitar a análise;
7. Desenvolvimento de projetos de instalações futuras que prevejam individualização de alimentação e medição setorial elétrica para os novos campi.

Conclui-se, portanto, que a produção e aplicação de índices tanto em cenários com autoprodução já consolidada, quanto na ausência de sistemas fotovoltaicos, constituem ferramenta estratégica para análise e gestão da energia. Além de formar uma comunidade acadêmica mais crítica e consciente, os índices auxiliam na melhoria da eficiência, no conhecimento e na sustentabilidade institucional, enquanto estimulam novas linhas de pesquisa. Ressalta-se ainda que a replicação desse modelo em outros campi pode fortalecer a gestão energética em nível institucional, permitindo comparações globais e estratégias mais consistentes para definição de projeto elétrico dos novos campi, e de funcionamento e gestão institucional.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Renewable Energy Outlook 2023**. 2023. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/96d66a8b-d502-476b-ba94-54fda84cf72/Renewables_2023.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.438, DE 26 de abril de 2002**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10438.htm> Acesso em 02/04/24.

NEOENERGIA – COELBA. Contas contrato N. 7053321962. Disponível em: <<https://www.neoenergia.com/web/sp/w/entenda-a-tarifa-branca-cartilha-explica-o-funcionamento>> Acesso em: 15/08/25.

FABRICIO H. M. M., et al.: ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA-Fundamentos para análise de viabilidade técnico-econômica. E book, Teresina: **EDUSESPI**, 2021. ISBN 978-65-88108-33-8. Disponível em: <<https://editora.uespi.br/index.php/editora/catalog/view/63/67/398-2> >Acesso em 04/01/24.

GABRIEL L. N. O. et al: ANÁLISE DO USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UNIVERSIDADES. **Revista Perspectivas Online: Exatas& Engenharia Abril/2021**, v.11, n.31, p.44-54ISSN: 2236-8868 (Online)DOI: 10.25242/885X113120212261.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JORNAL UnBNotícias: Modelo em sustentabilidade energética, UnB adota medidas de conservação ambiental. Disponível em: <<https://noticias.unb.br/institucional/7099-modelo-em-sustentabilidade-energetica-unb-adota-medidas-de-conservacao-ambiental>> acesso 10/04/24.

JORNAL USP: Projeto de geração solar fotovoltaica da USP é premiado. Disponível em: <<https://www5.usp.br/noticias/tecnologia-2/projeto-de-geracao-solar-fotovoltaica-da-usp-e-premiado/>> Acesso: 01/04/2024.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Versão em português publicada pelo MCTIC em julho de 2019, Brasil.

PGEN – Portal de Gerenciamento de Energia de Instituições Públicas Disponível em <<https://pgen.labsmart.ifsc.edu.br/>> acesso 05/08/25

VINICIUS M. C., Liader da S. O., Leno P. D., Isabel T. S.: Aplicação de Sistema Solar Fotovoltaico em Instituição Federal de Ensino Superior no Extremo Sul do Brasil. **Anais Congresso Brasileiro de Energia Solar – CBENS 2018**. Disponível em < <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/81>> acesso 10/02/24.