

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

GABRIEL ANTÔNIO MASSUYAMA

**IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA
EM TEMPO REAL DAS UNIDADES DA REDE FEDERAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

FLORIANÓPOLIS, 2025.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

GABRIEL ANTÔNIO MASSUYAMA

**IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA
EM TEMPO REAL DAS UNIDADES DA REDE FEDERAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Eletricista.

Orientador:
Prof. Rafael Nilson Rodrigues, D. Eng.

FLORIANÓPOLIS, 2025.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Massuyama, Gabriel Antônio
IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA
EM TEMPO REAL DAS UNIDADES DA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA / Gabriel Antônio
Massuyama; orientação de Rafael Nilson Rodrigues.
- Florianópolis, SC, 2025.

33 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Elétrica. Departamento Acadêmico
de Eletrotécnica.
Inclui Referências.

1. Gerenciamento de energia. 2. Eficiência energética.
3. Monitoramento de energia em tempo real. I. Rodrigues,
Rafael Nilson. II. Instituto Federal de Santa
Catarina. III. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO
DE ENERGIA EM TEMPO REAL DAS UNIDADES DA REDE FEDERAL
DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.

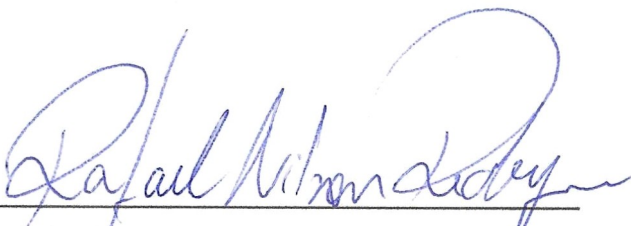
IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA EM TEMPO REAL DAS UNIDADES DA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

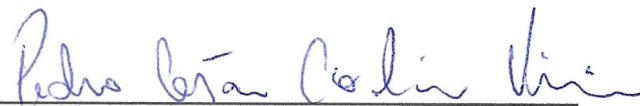
GABRIEL ANTÔNIO MASSUYAMA

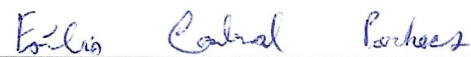
Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Eletricista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 05 de março, 2025.

Banca Examinadora:


Rafael Nilson Rodrigues, D. Eng.


Pedro César Cordeiro Vieira, D. Eng.


Fábio Cabral Pacheco, Tecnólogo

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Rafael Nilson Rodrigues, por ter me proporcionado a oportunidade de participar do laboratório de pesquisa labsmart. Sua orientação foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao Instituto Federal de Santa Catarina, ao PROCEL e à EMBPar por terem oportunizado minha participação no projeto EnergiFE, o qual foi essencial para meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço ao professor Pedro César Cordeiro Vieira e ao técnico Fábio Cabral Pacheco, cujo apoio e colaboração foram indispensáveis durante as minhas atividades de pesquisa e extensão.

Agradeço aos colegas, bolsistas e demais servidores que tive o privilégio de conhecer durante o curso e durante as atividades do projeto EnergiFE.

Por fim, agradeço à minha família, pelo apoio incondicional e incentivo ao longo de toda minha trajetória acadêmica.

RESUMO

A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede EPCT) desembolsa anualmente cerca de R\$ 175 milhões com o consumo de energia elétrica. O Portal de Gerenciamento de Energia (PGEN) surge como um esforço significativo para otimizar o uso da energia elétrica nas 685 unidades espalhadas por toda a Rede EPCT, através da coleta de dados de consumo em tempo real e de forma pública. Isso permite diagnósticos precisos e a tomada de ações assertivas para reduzir o consumo. Além disso, o PGEN envolve estudantes, promovendo a conscientização sobre o uso racional da energia e treinando-os para futuras práticas de gestão de energia. Em suma, o PGEN é uma iniciativa estratégica que combina tecnologia, transparência e educação, com o objetivo não apenas de economizar financeiramente, mas também de formar uma cultura sustentável e responsável em relação ao uso de energia elétrica nas instituições de ensino.

Palavras-chave: Gerenciamento de energia. Eficiência energética. Monitoramento de energia em tempo real.

ABSTRACT

The Federal Network of Professional, Scientific and Technological Education (EPCT Network) spends approximately R\$ 175 million on electricity every year. The Energy Management Portal (PGEN) represents a significant effort to optimize energy use across 685 units within Brazil's EPCT Network, by collecting real-time consumption data in a public and transparent manner. This allows for accurate diagnoses and the taking of assertive actions to reduce consumption. Additionally, PGEN engages students by promoting awareness about rational energy use and training them for future energy management practices. In short, PGEN is a strategic initiative that combines technology, transparency and education, aiming not only at financial savings, but also at forming a sustainable and responsible culture regarding the use of electricity in educational institutions.

Keywords: Energy management. Energy efficiency. Real-time energy monitoring.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Definição do Problema	8
1.2	Justificativa	9
1.3	Objetivos.....	10
1.3.1	Objetivo Geral	10
1.3.2	Objetivos Específicos	10
1.4	Metodologia de trabalho.....	10
1.5	Estrutura do trabalho.....	11
	REFERÊNCIAS	12
	APÊNDICES	13
	APÊNDICE A – Artigo completo.....	14
	APÊNDICE B – Comprovante de apresentação	19
	APÊNDICE C – Slides apresentados no congresso	21
	ANEXOS	30
	ANEXO A – Folder de chamada do congresso	31

1 INTRODUÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem o objetivo de consolidar os conhecimentos adquiridos durante o curso e desenvolver as competências e habilidades que constituem o perfil do egresso, sendo parte obrigatória da matriz curricular do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, do Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia (IFSC), Câmpus Florianópolis.

As formas de TCC permitidas, conforme o Projeto Pedagógico do Curso e o Regulamento de TCC do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC – Câmpus Florianópolis (IFSC, 2018, 2019) são as seguintes:

1. Apresentação de monografia;
2. Publicação e apresentação de artigo em evento nacional ou internacional pertinente e relevante à Engenharia Elétrica; ou
3. Publicação de artigo em periódico nacional ou internacional pertinente e relevante à Engenharia Elétrica.

Nesse sentido, este trabalho se enquadra na forma nº 2 - Publicação e apresentação de artigo em evento nacional ou internacional pertinente e relevante à Engenharia Elétrica.

Outrossim, ressalta-se o cumprimento dos requisitos obrigatórios descritos nos Regulamentos de TCC do IFSC Câmpus Florianópolis e do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, em especial, a saber:

- O acadêmico cursou e foi aprovada na unidade curricular de TCC-I no primeiro semestre de 2023;
- O acadêmico em conjunto com seu orientador submeteu o artigo intitulado “*Large-Scale Implementation of a Real-Time Energy Management System for the Brazilian Federal Institutes of Technological Education*” (Apêndice A) para o IEEE ICA – ACCA 2024;
- O aceite do artigo pelo congresso ocorreu no dia 31 de agosto de 2024, enquanto o acadêmico já havia finalizado TCC-I;
- O acadêmico apresentou o artigo no congresso no dia 23 de outubro de 2024 (Apêndice B);

- O congresso foi considerado pertinente e relevante à área de Engenharia Elétrica com a anuência do coordenador do curso e do docente orientador.

Portanto, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) atente a todos os requisitos exigidos nos regulamentos e diretrizes do IFSC – Câmpus Florianópolis e do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica para que possa ser realizada a defesa pública do trabalho.

1.1 Definição do Problema

O consumo de energia elétrica pelos órgãos públicos brasileiros gera um gasto anual de mais de 2,3 bilhões de reais para o Governo Federal, onde cerca de 25% desse montante se origina do Ministério de Educação (MEC). A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede EPCT), em especial, corresponde a um custo de R\$ 175 milhões, cerca de 7% do gasto total (Brasil, 2024). A energia elétrica é um recurso essencial para a educação do país, entretanto, os valores mencionados são significativos e requerem uma gestão mais estratégica e qualificada.

A Rede EPCT possui 685 unidades distribuídas por todo o território brasileiro, sendo formada principalmente por Institutos Federais, mas também apresentando universidades tecnológicas, escolas técnicas e Centros Federais de Educação Tecnológica (Brasil, 2025). Assim, o desafio está em fazer com que gestores, servidores e estudantes de todas essas instituições façam uso da energia elétrica de forma mais racional e eficiente, auxiliando na identificação dos detalhes de consumo de cada unidade e na realização de auditorias energéticas.

Este trabalho visa apresentar o Portal de Gerenciamento de Energia (PGEN), um sistema de gerenciamento de abrangência nacional, com o objetivo de reunir em uma só plataforma todas as unidades consumidoras da Rede EPCT, em tempo real e de forma pública para possibilitar a conscientização do uso da energia elétrica e redução dos gastos públicos.

1.2 Justificativa

Mesmo quando bem aplicadas, iniciativas isoladas de eficiência energética tendem a perder sua relevância e impacto ao longo do tempo se não forem acompanhadas de um monitoramento sistemático (Fossa; Sgarbi, 2017). Nesse sentido, a norma ABNT NBR ISO 50.001 estabelece um Sistema de Gestão da Energia (SGE), para que grandes consumidores possam melhorar de forma contínua o seu desempenho energético. A adoção de um SGE permite tomar decisões baseadas em indicadores de desempenho, além de proporcionar maior controle e transparência sobre o uso da energia elétrica (ABNT, 2018). Dessa forma, os gestores podem identificar desperdícios, prever padrões de consumo, avaliar a eficácia das ações implementadas e executar ações corretivas de forma eficiente.

Visto que a Rede EPCT possui um custo anual de R\$ 175 milhões com o consumo de energia elétrica, a implantação de um sistema de gerenciamento de energia torna-se relevante para gerar uma redução efetiva dos custos operacionais. A redução de 5% nos gastos com energia representaria uma economia de R\$ 8,75 milhões ao ano, um valor expressivo principalmente em tempos de escassez de orçamento público.

Além do impacto financeiro, um SGE também auxilia na conscientização da comunidade acadêmica, uma vez que a forma como a energia elétrica é utilizada depende também do fator humano. Professores, servidores e alunos, principalmente os que não fazem parte da área elétrica, podem ser envolvidos em iniciativas educativas que demonstrem a importância da sustentabilidade e da eficiência energética, promovendo uma cultura de uso eficiente da energia e incentivando mudanças de comportamento que vão além do ambiente institucional.

Dessa forma, a implantação de um sistema de gerenciamento de energia na Rede EPCT não só contribui para a gestão financeira e ambiental, mas também atua como uma ferramenta pedagógica, formando uma sociedade acadêmica mais consciente e comprometida com a gestão eficiente dos recursos energéticos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Apresentar a implementação do Portal de Gerenciamento de Energia (PGEN) pela Rede EPCT, demonstrar suas funcionalidades e avaliar os resultados obtidos com o sistema.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como forma de atingir o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Evidenciar os custos com energia elétrica e destacar os desafios envolvidos na gestão energética de toda a Rede EPCT;
- b) Apresentar a ABNT NBR ISO 50.001 e destacar quais são os requisitos necessários para a estrutura de um SGE;
- c) Apresentar a base do funcionamento do sistema PGEN e o portal de acesso público;
- d) Demonstrar como o PGEN pode trazer resultados significativos para gestores e a comunidade acadêmica;
- e) Analisar os resultados preliminares obtidos com o PGEN.

1.4 Metodologia de trabalho

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos em campo, por meio da instalação de equipamentos do sistema PGEN nas subestações das diversas instituições da Rede EPCT. Os dados coletados são provenientes de medidores de faturamento de consumo de energia elétrica de cada local.

As diferentes telas de dados que o PGEN possui foram desenvolvidas levando em consideração a ABNT NBR ISO 50.001 e também as demandas levantadas pelos gestores das diferentes instituições. Os painéis incluem gráficos e indicadores de consumo que atualizam a cada 15 minutos, e um sistema de histórico

para a verificação dias passados. A versão mais recente do PGEN pode ser acessada por meio do endereço *pgen.app*.

Por fim, para demonstrar como o PGEN pode ser utilizado, foram selecionados casos que demonstram resultados após a adoção de políticas energéticas e curvas de carga que evidenciam oportunidades de redução de consumo e o efeito da geração fotovoltaica sobre o consumo.

1.5 Estrutura do trabalho

Na Introdução apresenta-se a fundamentação legal e regulatória de enquadramento e os requisitos desta forma de TCC, assim como a definição do problema, a justificativa, os objetivos gerais e específicos e a metodologia de trabalho.

No Apêndice A é apresentado o artigo completo, sendo que os comprovantes da apresentação do artigo no congresso, tais como fotos e certificado de participação e apresentação, estão no Apêndice B. No Apêndice C têm-se os slides de apresentação do artigo no congresso. E por fim, no Anexo A tem-se o folder de chamada para apresentação dos artigos pelo congresso.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR ISO 50001: Sistemas de gestão da energia – Requisitos com orientações de uso**. Rio de Janeiro. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/areas-de-atuacao/ept/rede-federal>. Acesso em: 10 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos. **Análise de Custeio por órgão**. Disponível em: <https://paineldecusteio.economia.gov.br/>. Acesso em: 6 jul. 2024.

FOSSA, Alberto José; SGARBI, Felipe de Albuquerque. **GUIA PARA APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR ISO 50001 – GESTÃO DE ENERGIA**. São Paulo: ICA Brazil, 2017.

IFSC. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica**. Florianópolis, 2018. Disponível em: http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/eletrica/files/2018/11/PPC_Eng_Elétrica_DAE_CF_IFSC_2018_v2.6.1.pdf. Acesso em: 2 fev. 2025.

IFSC. **Regulamento de TCC do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica**. Florianópolis, 2019. Disponível em: http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/eletrica/files/2019/05/Regulamento_TCC_EEL_CF_IFSC_2019.pdf. Acesso em: 2 fev. 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Artigo completo

Large-Scale Implementation of a Real-Time Energy Management System for the Brazilian Federal Institutes of Technological Education

Gabriel Antônio Massuyama
Departamento Acadêmico de
Eletrotécnica
Instituto Federal de Santa
Catarina
Florianópolis, Brasil
gabriel.am@aluno.ifsc.edu.br

Fabio Schmitt Avelino
Departamento Acadêmico de
Eletrônica
Instituto Federal de Santa
Catarina
Florianópolis, Brasil
fabio.s2000@aluno.ifsc.edu.br

Rafael Nilson Rodrigues
Departamento Acadêmico de
Eletrotécnica
Instituto Federal de Santa
Catarina
Florianópolis, Brasil
rafael@ifsc.edu.br

Fabio Cabral Pacheco
Departamento Acadêmico de
Eletrônica
Instituto Federal de Santa
Catarina
Florianópolis, Brasil
fabio.pacheco@ifsc.edu.br

Abstract—The Energy Management Portal (PGEN) represents a significant effort to optimize electrical energy consumption in 670 units across Brazil's Federal Network of Professional, Scientific and Technological Education (EPCT Network). Funded by the National Electric Energy Conservation Program (PROCEL), PGEN aims to gather consumption data in real-time and publicly, allowing accurate diagnoses and assertive actions to reduce consumption. Furthermore, this project involves students, promoting awareness about the rational use of energy and training them for future energy management practices. In short, PGEN is a strategic initiative that combines technology, transparency, and education, aiming not only at financial savings but also at the formation of a sustainable and responsible culture in relation to electrical energy in educational institutions.

Index Terms—energy management, energy efficiency, real-time energy monitoring

I. INTRODUÇÃO

A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede EPCT) possui 670 unidades espalhadas pelo Brasil, em todas as suas regiões, contemplando 38 Institutos Federais, 02 Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a 22 escolas técnicas vinculadas às universidades federais e ao Colégio Pedro II. Trata-se de um sistema de ensino gigantesco, de dimensões continentais, integrando em um só sistema mais de 2 milhões e 700 mil alunos [1], como ilustra a Fig. 1.

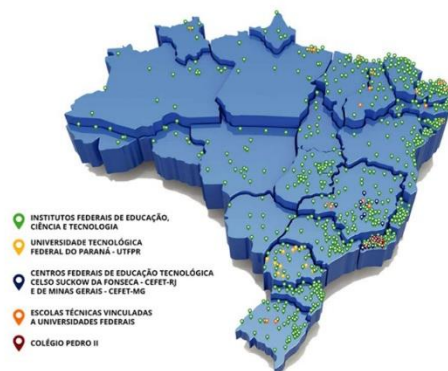


Fig. 1. Rede EPCT [2].

O Governo Federal do Brasil dispensa mais de R\$ 2,3 bilhões anuais com energia elétrica [3]. Desta soma, cerca de 25% destinam-se ao Ministério da Educação e toda a sua estrutura (Rede EPCT, universidades, hospitais universitários etc.). A Fig. 2 ilustra os gastos de energia elétrica do Governo Federal para o ano de 2023 por Unidade Orçamentária. Em particular, os Institutos Federais correspondem à R\$ 175,1 milhões, o equivalente à 7%. Por óbvio, a energia elétrica é um suprimento essencial para a educação, mas este montando significativo exige uma responsabilidade na gestão mais detalhada e profissional do consumo de eletricidade.

É evidente que energia elétrica é um insumo fundamental para a educação. Ao mesmo tempo que as instituições têm a responsabilidade de gerenciar de maneira mais profissional e eficiência os seus gastos, os Institutos Federais trazem um papel crucial na formação dos estudantes quanto ao uso racional de energia. Este aspecto passa, inevitavelmente, por experiências, vivência prática e uma rotina no dia a dia da sua jornada formativa nas instituições que apresentem a esses estudantes aprendizado e sensibilidade em identificar onde a energia elétrica é utilizada, quais cargas são efetivamente mais acentuadas, bem como conseguirem identificar oportunidades de melhorias e de economia.

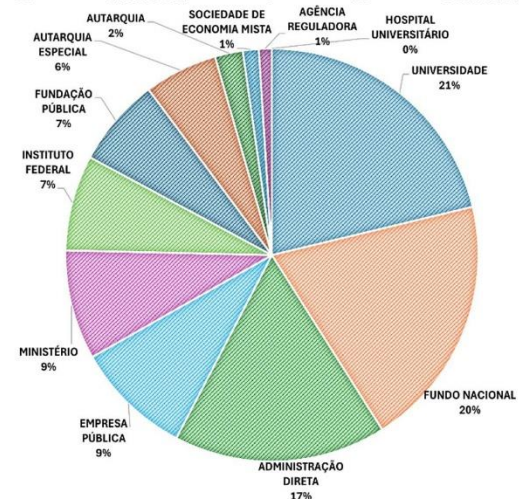


Fig. 2. Gastos de energia elétrica do Governo Federal do Brasil no ano de 2023 por Unidade Orçamentária [3].

O desafio neste caso é como tantos gestores, servidores e estudantes podem identificar os detalhes do consumo de energia elétrica em cada Câmpus dos institutos, identificarem os momentos de maior consumo, identificarem as cargas mais importantes e aprenderem a realizar auditorias energéticas. Este trabalho visa apresentar um projeto de abrangência nacional com o objetivo de reunir em uma única plataforma o consumo de energia elétrica das 670 unidades da Rede EPCT, em tempo real e de forma pública.

Este projeto possui o financiamento do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e executado pela Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional S.A (ENBPar).

II. O PROGRAMA PROCEL E O PROGRAMA ENERGIFE

A ENBPar é uma empresa pública vinculada ao MME e constituída em 2022, com o objetivo de manter sob o controle da União a operação de usinas nucleares e outras funções até então atribuídas à Eletrobras antes de sua privatização. Ainda sob responsabilidade da ENBPar estão a gestão de políticas públicas como o Programa Luz para Todos, os contratos do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e as ações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) [4].

O PROCEL tem o objetivo de promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. É um programa do Governo Federal coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. Sua atuação envolve várias frentes, tais como equipamentos, edificações, iluminação pública, poder público, indústria e comércio, conhecimento, dentre outras. Desde 1986 até 2022, o PROCEL investiu mais de R\$ 4,2 bilhões e obteve 240 bilhões de kWh de energia economizados [4].

Por sua vez, a Rede EPCT criou em 2017 o Programa para Desenvolvimento em Energias Renováveis Eficiência Energética nas Instituições Federais de Educação (EnergIFE) com o objetivo de melhorar o desempenho energético da Rede Federal, bem como a ampliação da oferta de cursos em áreas afins nas suas unidades [5]. O EnergIFE foi uma iniciativa do Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (CONIF) [6] e, posteriormente, passou para a administração do Ministério da Educação. O Programa EnergIFE atualmente busca aprimorar os trabalhos de sucesso desenvolvidos pelas instituições da Rede EPCT, criando sinergias e otimizando a aplicação de recursos, envolvendo as seguintes áreas:

- Energia Solar
- Energia Eólica
- Armazenamento de Energia
- Biocombustíveis
- Eficiência Energética e Gestão de Energia
- Mobilidade Elétrica

A. Gerenciamento de Energia

Iniciativas de eficiência energética não mantêm sua relevância e impacto a longo prazo se forem feitas de forma isolada e pontual [7]. A ISO 50.001 - Sistemas de Gerenciamento de Energia (*Energy Management Systems*) [8] visa oferecer aos grandes consumidores orientações práticas

para conservar recursos e melhorar os resultados através de uma gestão mais profissional e eficiente da energia, aprimorando o uso através de Sistemas de Gestão de Energia (SGE). Em outras palavras, a ISO 50.001 sugere uma estrutura de requisitos, como segue:

- Desenvolver uma política para uma utilização mais eficiente da energia
- Fixar metas e objetivos para cumprir a política
- Use dados para entender melhor e tomar decisões sobre o uso de energia
- Meça os resultados
- Revise o quão bem a política funciona e
- Melhorar continuamente a gestão de energia.

Para poder transitar pelos requisitos descritos acima, é fundamental compreender quatro outros conceitos:

- **Uso Energético:** é a maneira como a energia elétrica é utilizada, ou seja, os tipos de cargas existentes;
- **Consumo Energético:** é a quantidade de energia utilizada dentro de um período definido;
- **Eficiência Energética:** é a relação de desempenho entre a entrada e saída de energia de um determinado processo ou equipamento.
- **Desempenho Energético:** são os resultados mensuráveis tanto com Eficiência Energética quanto ao Uso de Energia, sendo este o foco de SGEs.

A Fig. 3 ilustra esses quatro conceitos. O desempenho energético é uma peça fundamental no escopo da ISO 50.0001 e, portanto, torna-se evidente que a gestão de energia trata sobretudo nas decisões sobre o uso de energia elétrica, ou seja, no fator humano.

Para gestores, o uso de indicadores é algo essencial para mensurar o desempenho. Os indicadores de desempenho energético (IDEs) tem por objetivo verificar o desempenho das decisões e ações implementadas dentro de uma unidade consumidora. A Fig. 4 ajuda a compreender esta ideia. A Linha de Base serve para uma referência do diagnóstico identificado antes das ações implementadas. As Metas são os objetivos que se pretendem alcançar e a maneira de atingir as metas dependem do diagnóstico obtido e de como enfrentar o problema. Portanto, os sistemas de gestão de energia são essenciais e muito relevantes para trazer esse diagnóstico e poder envolver, de alguma medida, todas as pessoas relacionadas ao uso da energia dentro da unidade.

O que sugere a ISO 50.001 é que os sistemas de gestão de energia, por si só, não resolvem todos os problemas. Mas, a busca contínua pela melhoria, tendo SGE como ferramenta de diagnóstico, permite alcançar resultados significativos. Essa estrutura contínua é conhecida como PDCA: Planejar, Fazer, Checar e Agir (*Plan, Do, Check and Act*) [8].

III. PORTAL DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA - PGEN

O Portal de Gerenciamento de Energia (PGEN) tem por objetivo trazer numa só plataforma acesso aos dados de consumo de energia elétrica de toda a Rede EPCT, com acesso livre, sem uso de senhas. O Sistema PGEN, mais especificamente, trata do arcabouço tecnológico envolvido para que o PGEN se torne realidade.



Fig. 3. Gestão do Consumo de Energia e o conceito de Desempenho Energético [7].

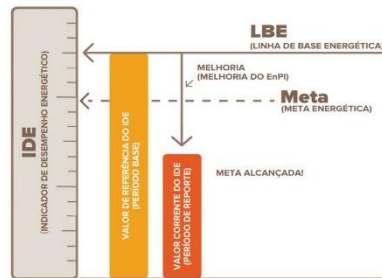


Fig. 4. Indicador de Desempenho Energético: identificação da Linha de Base e da Meta Energéticas [7].

A. Esquema Básico

A base do funcionamento do Sistema PGEN é baseado na comunicação com os **Medidores de Faturamento** operados pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica [9, 10]. A **Eletrônica de Comunicação** obtém as variáveis elétricas disponibilizadas pelo medidor e envia via **Internet** para um Banco de Dados. Por sua vez, no **Banco de Dados** as informações são tratadas para serem disponibilizadas por um **Site**.

Embora o princípio de funcionamento seja simples, o desafio está no conjunto de características e funcionalidades que permitem o funcionamento contínuo e em longo prazo, por exemplo: robustez eletrônica que resista às características climáticas brasileiras e às dificuldades e realidades adversas em cada Câmpus da Rede EPCT, capacidade de manutenção de dados offline quando ocorrem problemas de conexão de internet, buscar autonomia de autodiagnóstico e reconexão automática na rede interna do Câmpus e na internet, robustez para evitar mal funcionamento ou “travar”, obter larga vida útil etc.

B. Site de acesso público

O PGEN é um sistema em desenvolvimento pelo Laboratório de Redes Elétricas Inteligentes (labsmart) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Câmpus Florianópolis. A versão beta é acessível em: <https://pgen-beta.labsmart.ifsc.edu.br/>. O PGEN é um site com ferramentas gráficas onde pode-se acompanhar o consumo de energia em tempo real e o histórico de diversas

unidades da Rede EPCT, possibilitando ter diagnósticos e permitindo a tomada de ações mais assertivas para a diminuição do consumo. A Fig. 5 ilustra a página inicial do site do PGEN.

Um aspecto importante é a transparência. O PGEN torna acessível à população o perfil do consumo de energia desses locais, cujos custos são mantidos com recursos públicos. Porém, outro objetivo ainda mais importante é o envolvimento de discentes no uso do PGEN no seu dia a dia na instituição e na implantação de Políticas de Economia. A energia elétrica é um insumo essencial de todas as atividades profissionais, mas os cursos existentes de natureza “não-elétrica” não ensinam seus estudantes a gerirem energia. Ao fazerem uso do PGEN e envolverem-se com a política de economia, os estudantes vão aprender na prática a identificar problemas, entender causa-efeito e, naturalmente, criarão consciência do uso racional de energia.

A Fig. 6 mostra a página de acompanhamento de carga do dia 05 de julho de 2024 do Câmpus Manaus Centro do Instituto Federal do Amazonas, Região Norte do Brasil. Por meio desta página é possível identificar a energia consumida no dia, bem como obter o atendimento do Teto de Energia a ser consumida, proporcionalmente ao dia e ao mês em questão, respectivamente. Em particular, o objetivo desses dois indicadores de atendimento ao teto de consumo está alinhado à Linha de Base a às Metas, além de propiciar uma forma de engajamento ou gamificação entre os discentes.

C. Unidades Instaladas

O Projeto PGEN está em execução desde o ano de 2022. Em agosto de 2024, o Sistema PGEN alcançou 125 unidades instaladas. A distribuição das unidades instaladas é ilustrada pela Fig. 7. O objetivo é alcançar 200 unidades em meados de 2025 e todas as 670 da Rede EPCT em 2027.

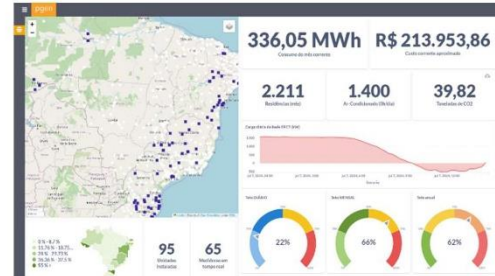


Fig. 5. Página Inicial do PGEN.



Fig. 6. Página de Histórico do Sistema PGEN, ilustrando o Câmpus Manaus Centro do Instituto Federal do Amazonas, no dia 05 de julho de 2024.



Fig. 7. Instalações do Sistema PGEN: em azul as unidades instaladas até agosto de 2024; em laranja, as unidades que serão instaladas até novembro de 2024; e em branco as demais unidades da Rede EPCT.

Ao todo, as unidades nas quais estão instalados o Sistema PGEN envolvem as seguintes instituições: CEFET-MG, IFAC, IFAL, IFAM, IFBA, IFBaiano, IFC, IFNMG, IFPR, IFRN, IFSC, IFsertãoPE, IFSP e IFTM.

D. Resultados Preliminares

Como resultado preliminar do uso do PGEN, tem-se alguns exemplos. O primeiro está relacionado à identificação da carga de iluminação externa na madrugada do Câmpus Canoinhas do IFSC. A Fig. 8.a apresenta o consumo de energia do Câmpus Canoinhas do dia 19 de julho de 2017 ao longo de 24 horas. Percebe-se que o consumo de energia na madrugada tem uma proporção semelhante ao resto do dia. Com alguns testes com o uso do PGEN, principalmente por ser possível identificar em tempo real o tamanho do resultado de ações que foram testadas, a gestão deste Câmpus verificou como ser viável a redução do consumo na madrugada. Sem nenhum investimento financeiro, o Câmpus alcançou o perfil de consumo apresentado na Fig. 8.b, com redução de 11% das faturas de energia.

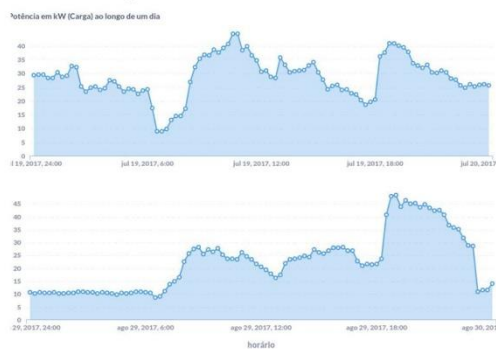


Fig. 8. a) Curva de carga do Câmpus Canoinhas do IFSC em 19 de fevereiro de 2017; b) Curva de Carga após controle da iluminação durante a madrugada, em 29 de agosto de 2017.



Fig. 9. Curva de carga do Câmpus Nova Gameleira do CEFET-MG em 15 de outubro de 2023, com destaque ao consumo de energia na madrugada representando 52% do consumo total.

Outro caso é ilustrado na Fig. 9. Trata-se do dia 15 de outubro de 2023, um domingo, do Câmpus Nova Gameleira do CEFET-MG. As análises apontaram que o uso de energia somente com a iluminação externa na madrugada corresponde à 52% de todo o consumo diário. Portanto, há um potencial muito significativo para economia com iluminação neste local, escopo de estudos atuais do CEFET-MG.

No mês de julho de 2024 é inverno na maior parte do Brasil, com menor favorecimento para geração de energia elétrica fotovoltaica. Entretanto, na região amazônica a situação é inversa. A Fig. 10 ilustra a curva de carga de um sábado, dia 06 de julho de 2024. Percebe-se que enquanto a tendência da carga do Câmpus é *flat*, o efeito do Sistema Fotovoltaico propicia a injeção de excedente de geração à concessionária de distribuição de energia. Em comparação, a curva de carga do mesmo dia do Câmpus Paranavai do IFPR (Sul do Brasil), representado pela Fig. 11, também apresenta excedente de geração, mas durante um período significativamente menor do dia.

Por último exemplo, a Fig. 12 ilustra a curva de carga do Câmpus Pirapora do IFNMG, Norte de Minas Gerais, próximo da Bahia, do dia 04 de julho de 2024. Trata-se de um Câmpus agrícola, com outras características de consumo de energia e desafios diferentes. Ao contrário do que a gestão desse Câmpus imaginava, os picos do consumo de energia ocorrem no meio da tarde e início de noite, embora o maior número de estudantes estejam neste Câmpus pela manhã..

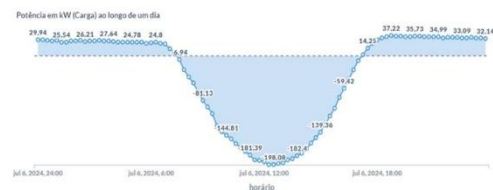


Fig. 10. Curva de carga do Câmpus Manaus Distrito Industrial do IFAM, com destaque ao excedente de geração fotovoltaica, no dia 06 de julho de 2024.

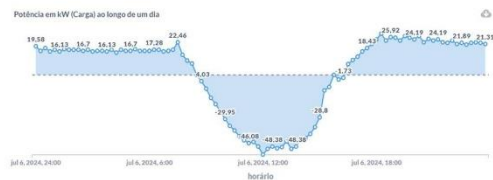


Fig. 11. Curva de carga do Câmpus Paranavai do IFPR, com destaque ao excedente de geração fotovoltaica, no dia 06 de julho de 2024, um sábado sem atividades letivas.



Fig. 12. Curva de carga do Câmpus Pirapora do IFNMG em 04 de julho de 2024.

IV. CONCLUSÕES

O Projeto PGEN representa um esforço significativo para otimizar o consumo de energia elétrica nas unidades da Rede EPCT, financiado pelo Programa PROCEL/ENBPar. O PGEN visa reunir dados de consumo de energia elétrica em tempo real, permitindo diagnósticos precisos e ações assertivas eficiência energética e no uso racional da energia. O funcionamento básico envolve a comunicação com medidores de energia das concessionárias. O projeto envolve estudantes, promovendo a vivência na prática e a efetiva conscientização sobre o uso racional de energia e capacitando-os para futuras práticas de gestão energética. Os resultados preliminares demonstram os diferentes perfis de carga dos campi monitorados e permitem identificar com clareza os momentos de maior consumo. Ações de redução do uso de energia podem ser avaliadas com precisão.

O desenvolvimento do projeto aqui abordado visa alcançar 200 unidades instaladas em 2025 e toda a Rede EPCT em 2027. Trata-se de um desafio importante pelas dimensões do Brasil e suas dificuldades de infraestrutura. Outro aspecto importante do Sistema PGEN é incorporar outras edificações públicas, sejam escolas municipais ou estaduais, do executivo federal, do judiciário, do legislativo etc. O objetivo é elevar o Sistema PGEN a uma ferramenta importante na gestão de energia.

Também é de interesse dos Autores ter parceiros de outros países na composição de edificações monitoras, não se limitando ao Brasil.

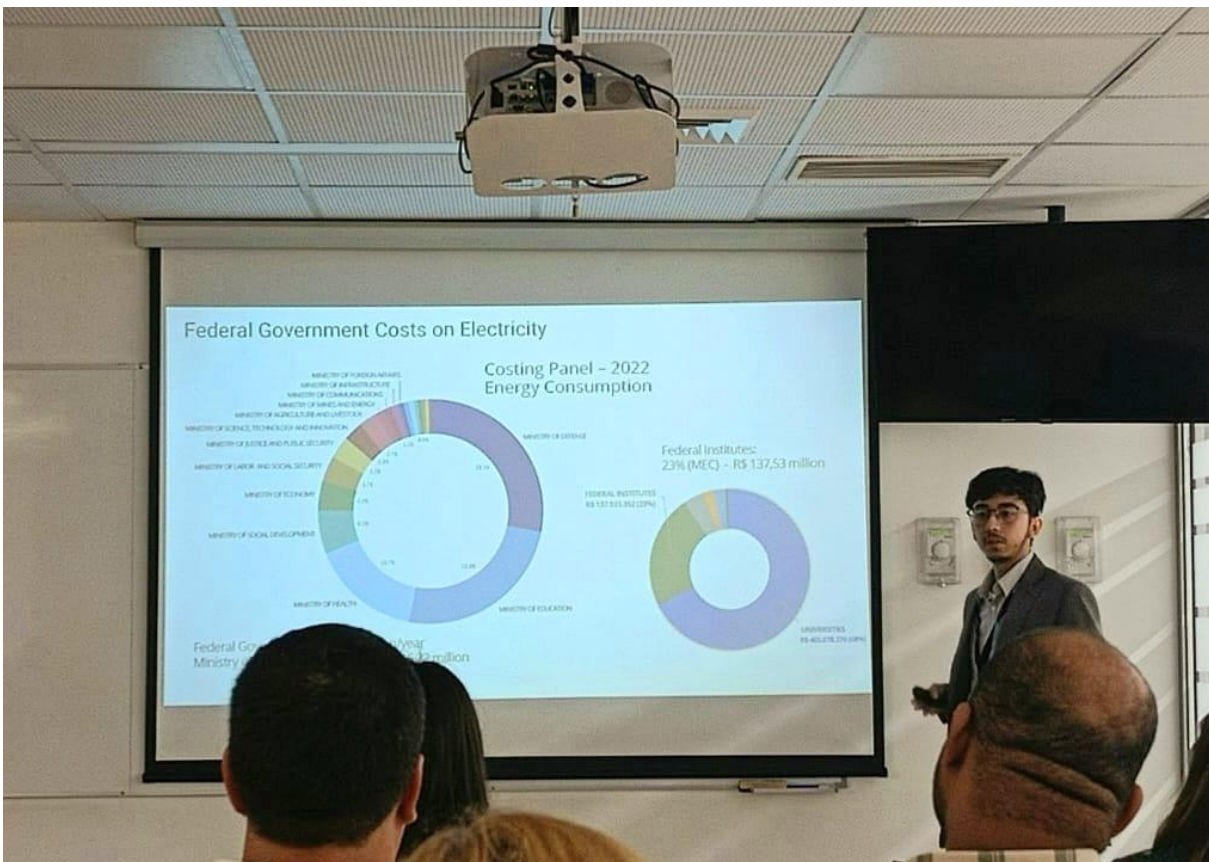
AGRADECIMENTOS

Os Autores agradecem profundamente ao Programa PROCEL e à ENBPar por viabilizarem a execução do projeto sobre o qual este artigo trata.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil – Ministério da Educação, Jul. 2024, “Indicadores de gestão - dados gerais”, Plataforma Nilo Peçanha. [Online]. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/ppp>.
- [2] Brasil – Ministério da Educação. “Instituições da rede federal.” GOV.br. Acesso em: 2 Julho, 2024. [Online]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/instituicoes>.
- [3] Brasil – Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos, Jul. 2024, “Análise de custeio por órgão”, Painel de Custeio Administrativo. GOV.br. [Online]. Disponível em: <https://paineldecusteio.economia.gov.br/>.
- [4] Brasil – Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (EMBPar). “A EMBPar.” GOV.br. Acesso em: 6 Julho, 2024. [Online]. Disponível em: <https://enbpar.gov.br/>.
- [5] Brasil – EnergIFE. “Conheça o programa.” GOV.br. Acesso em: 6 Julho, 2024. [Online]. Disponível em: <http://energif.mec.gov.br/>.
- [6] Brasil – CONIF. “Sobre o CONIF.” GOV.br. Acesso em: 7 Julho, 2024. [Online]. Disponível em: <https://portal.conif.org.br/institucional>.
- [7] A. J. Fossa e F. A. Sgarbi, “Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001: gestão de energia,” Brasil: ICA Brazil, 2017.
- [8] *Energy management systems – Requirements with guidance*, ISO 50001:2018, International Organization for Standardization, Genebra, Suíça, Ago. 2018.
- [9] *Módulo 5 – sistemas de medição e procedimentos de leitura*, PRODIST – Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional, ANEEL, Brasil, 2021. [Online]. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2_4.pdf.
- [10] *Intercâmbio de Informações para Sistemas de Medição de Energia Elétrica*, ABNT NBR 14522:2008, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Brasil, Abril 2008.

APÊNDICE B – Comprovante de apresentação

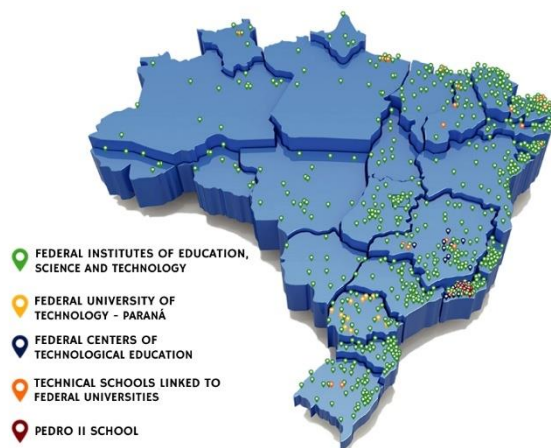




APÊNDICE C – Slides apresentados no congresso



The Federal Network of Professional, Scientific and Technological Education



The EPCT Network

Expansion, internalization and diversification of professional and technological education in the country.

685 units distributed between 27 states

12.951 courses

2.774.141 students

High School

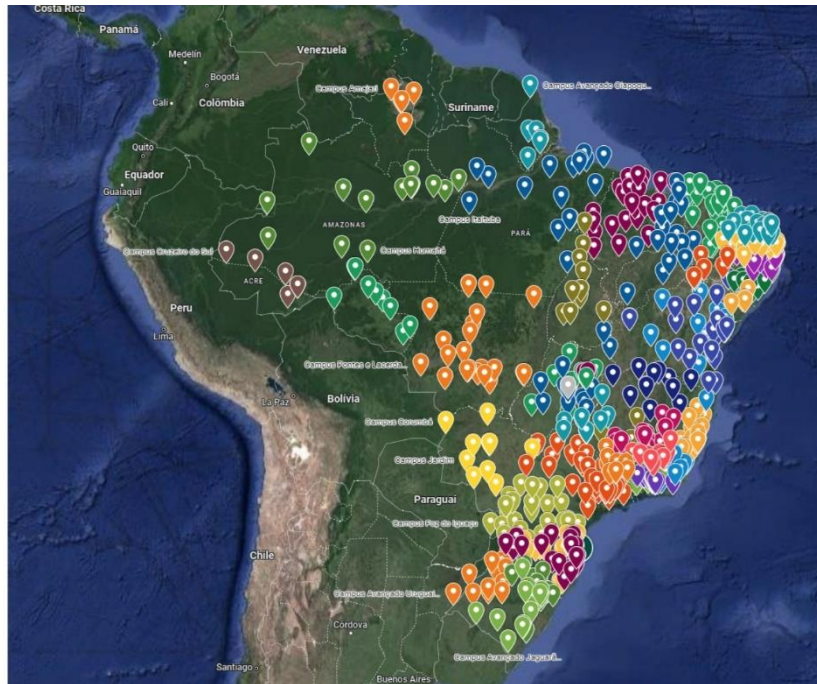
Technical Courses

Bachelor's Degree

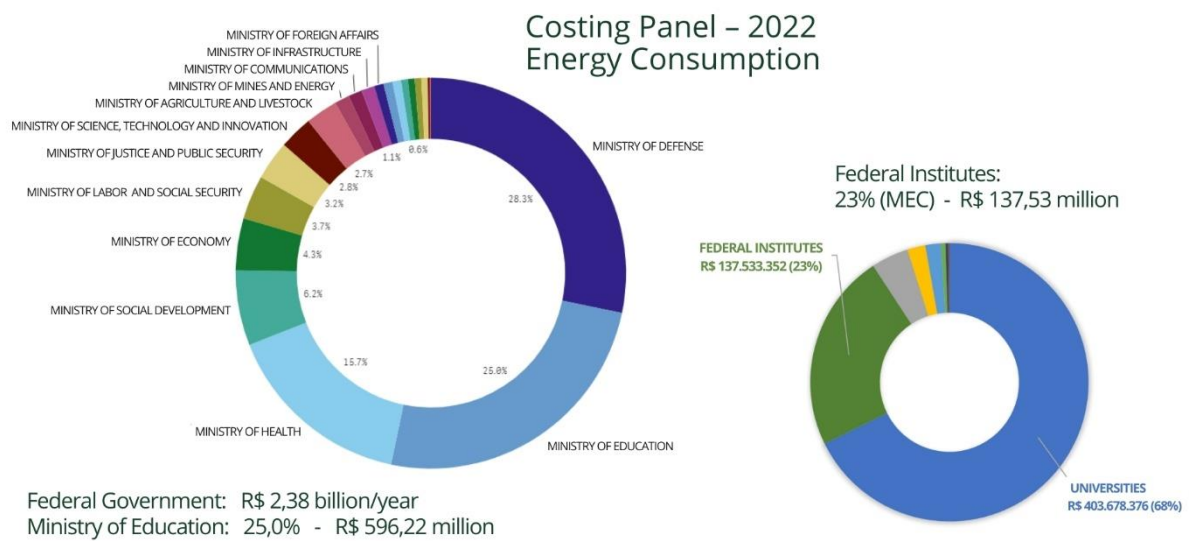
Master's degree

Doctoral Degree

Specialization Courses

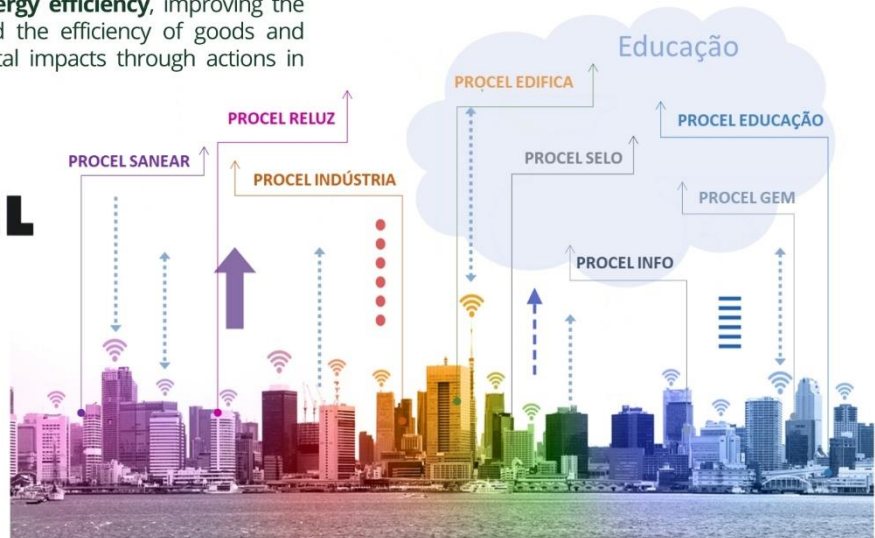


Federal Government Costs on Electricity



About PROCEL

The mission is to promote **energy efficiency**, improving the population's quality of life and the efficiency of goods and services, reducing environmental impacts through actions in various **areas of action**.



PV Systems

Installing Photovoltaic Systems with no control over energy consumption.



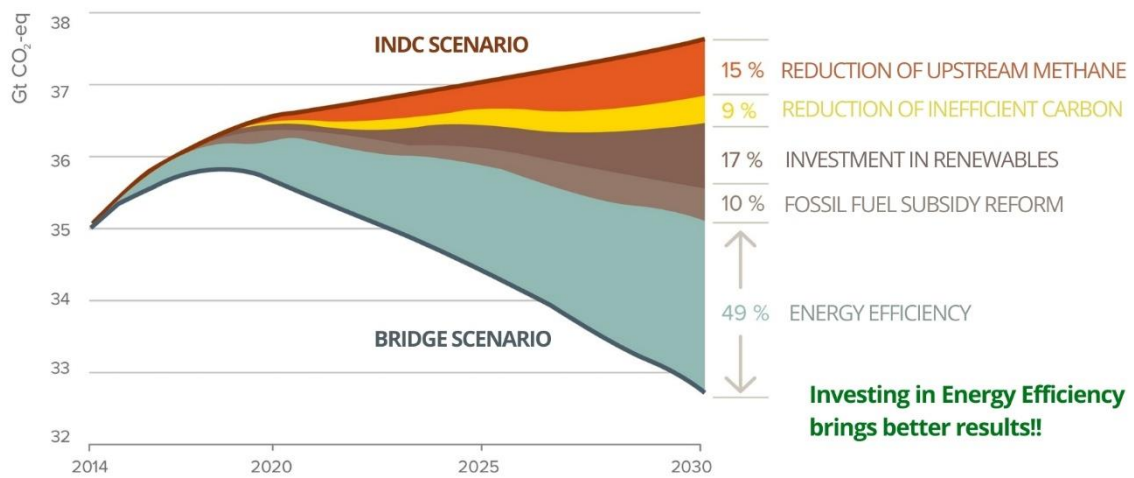
Strategies pointed out as efficient to save money – frequent purchases in advance and in large quantities – lead people to spend more in the long term if there is no adequate planning and control on the use resources.

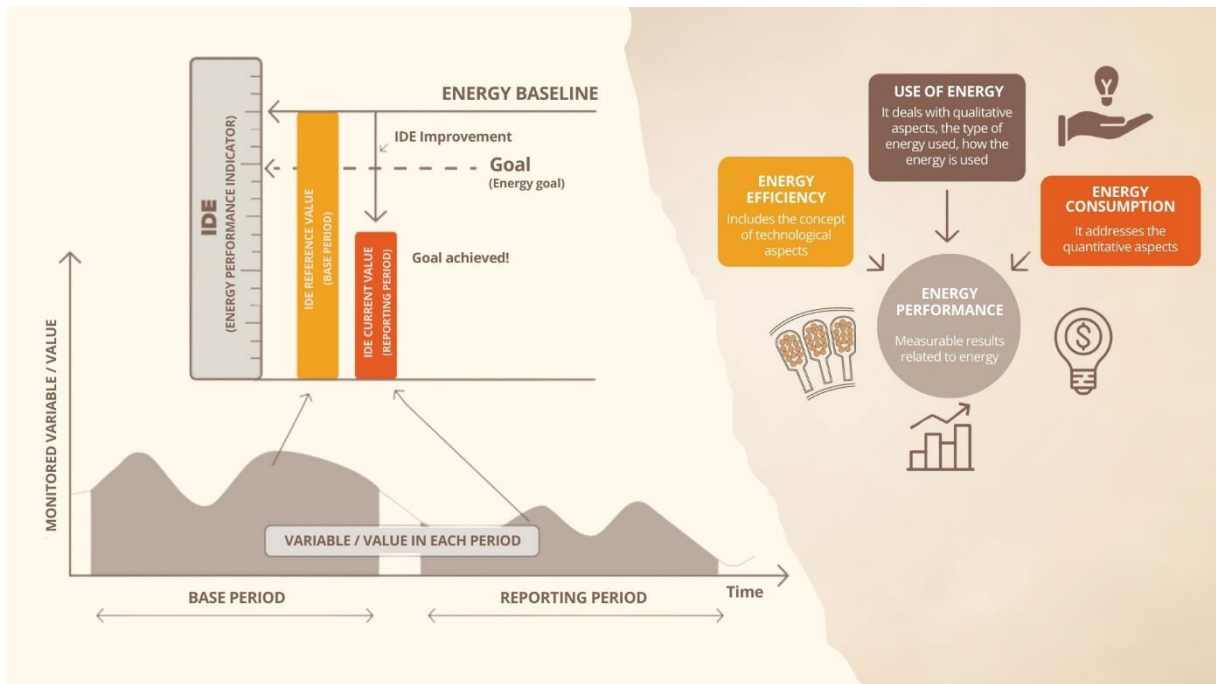


Circular Economy:
The worst enemy is
always increased
waste!



Is indiscriminate investment in Photovoltaic Systems contributing to the sustainability of the EPCT Network?





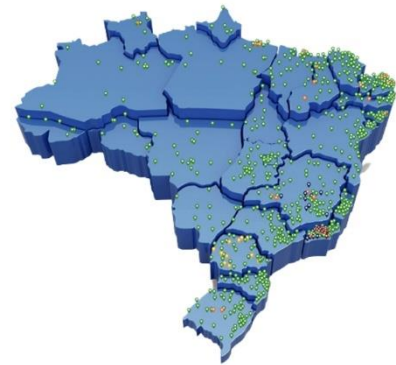
Energy Management Portal - PGEN System



Continuous cycle of information and real-time diagnosis of electrical energy consumption

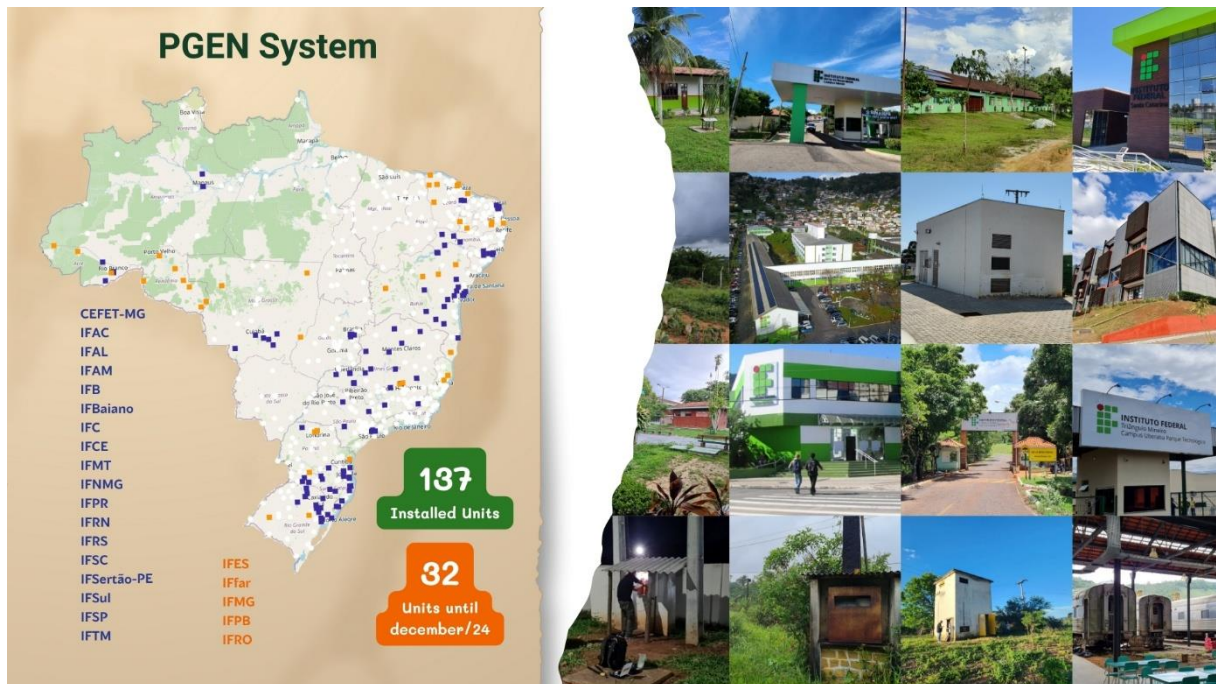


Accessible, transparency, goals and intelligent management



Installation throughout the Federal Network of Professional, Scientific and Technological Education

- + de 200 professors
- + de 100 technicians
- + de 800 consumer units



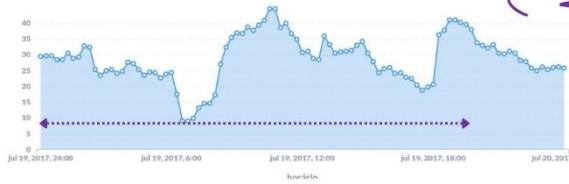
PGEN - Energy Management Portal



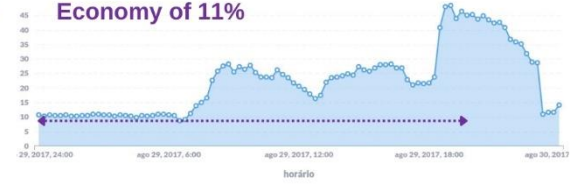
PGEN - Diagnosis

IFSC - Canoinhas

Potência em kW (Carga) ao longo de um dia



Economy of 11%

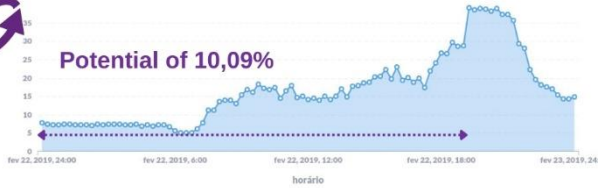


IFSC - Lages

Potência em kW (Carga) ao longo de um dia



Potential of 10,09%



Diagnosis, actions, economy and education



CEFET-MG - Nova Gameleira



52,05%



IFC - São Francisco do Sul



39,01%

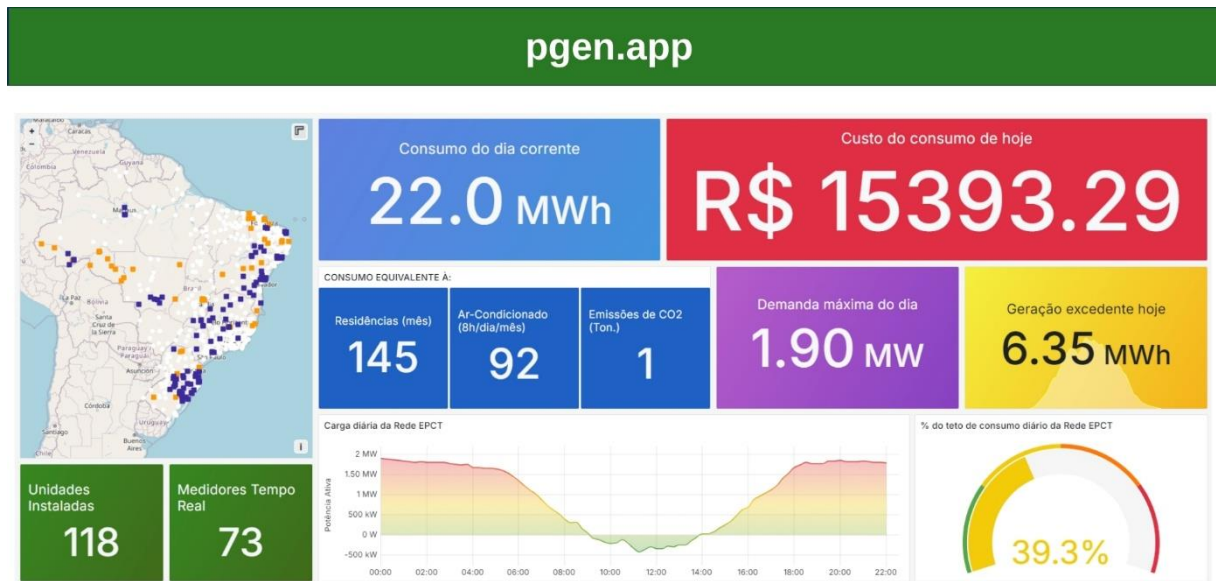
Diagnosis, actions, economy and education

IFNMG - Pirapora



Diagnosis, actions, economy and education





PGEN System

RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENCY
PROJECT, IN THE FEDERAL NETWORK OF
PROFESSIONAL, SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
EDUCATION (ENERGIF) OF THE MINISTRY OF
EDUCATION (MEC)

Gabriel Antônio Massuyama
gabriel.am@aluno.ifsc.edu.br
+55 48 98804-9600

Prof. Rafael Nilson Rodrigues
rafael@ifsc.edu.br
+55 48 99810-4818

[rafaelnilsonrodrigues](#)



ANEXOS

ANEXO A – Folder de chamada do congresso



CALL FOR PAPERS

Digital Transformation for Sustainability

An international conference that brings together experts, researchers, professionals, and students in the field of automation, control, power electronics, and computer applications, with a focus on the SDGs (UN-Sustainable Development Goal) and to celebrate the 50th anniversary of the Asociación Chilena de Control Automático ACCA. Moreover, the first IFAC Latin American Women in Control Engineering (IFAC LA-WICE) meeting will be held on the first conference day.

IMPORTANT DATES

Submission deadline

01/06/2024

24/06/2024

Final deadline: 07/07/2024

Notification

30/08/2024

Camera Ready

20/09/2024

Early Registration

20/09/2024

Submit the full paper until ~~June 1st~~ ~~June 24th~~ **July 7th**, 2024, in accordance with the guidelines:

- Initial submission, manuscript in English, Portuguese or Spanish, 6 pages.
- Must be prepared using Microsoft Word or LaTeX template available at <https://iee-ica-acca-2024.cl/>.
- Full paper submission must be done via EasyChair: <https://easychair.org/conferences/?conf=ieeicaacca2024>
- Once a paper is accepted, new author's names cannot be added.
- Accepted and presented papers will be published on IEEE Xplore subject to IEEE guidelines.

TECHNICAL AREAS

Authors are invited to submit original papers. Topics include, but are not limited, to the following areas:

Advance and Theory Control.
Aerospace and GRSS.
Artificial Intelligence.
Big Data.
Biomedical Engineering.
Communication Systems.

Computational Intelligence.
Computer Vision.
Digital Agriculture.
Industry 4.0.
Industrial Automation.
Industrial Engineering.

IoT, IIoT & Sensor Networks.
Power and Energy Systems.
Process Control.
Robotics and Automation.
Signal Processing.
Virtual Reality and Interactive Software.

ORGANIZATION:

Honorary President: Professor Honoris Causa MSc. Gastón Lefranc (glefranc@ieee.org)

Conference Presidents: Dra. Karina Barbosa.

Local PC: Dr. Héctor Chávez, Dr. Héctor Kaschel, Dr. Mario Fernández, Dr. Matías Díaz, Dra. María Constanza Estela, Dr. Hicham El Aiss, Dr. Karel Toledo, Dr. Marcela Jamett, Dr. Fernando Fuentes, Dr. Jonathan Palma, Dr. Rafael Orellana, Dr. Taha Zoulagh, Dra. María Coronel, Dr. Enrique Espina.

ORGANIZERS



TECHNICAL SPONSORS



More information at <https://iee-ica-acca-2024.cl/>