

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE INDICADORES
FINANCEIROS PARA O SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO
ENERGÉTICA (SIGE) DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

BRENNO SIMÕES DO VALLE

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF FINANCIAL INDICATORS IN
THE INTEGRATED ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (SIGE) OF
THE UNIVERSITY DE BRASÍLIA**

BRENNO SIMÕES DO VALLE

ORIENTADOR: PROF. DRA. LOANA NUNES VELASCO

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO EM
ENGENHARIA ELÉTRICA**

BRASÍLIA/DF: DEZEMBRO - 2023

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE INDICADORES
FINANCEIROS PARA O SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO
ENERGÉTICA (SIGE) DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

BRENNO SIMÕES DO VALLE

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADA POR:

**Prof. Dr. Loana Nunes Velasco – FGA/Universidade de Brasília
Orientadora**

**Prof Dr Abimael de Jesus Barros Costa– FACE/Universidade de Brasília
Membro Interno**

**Eng. Especialista Augusto César Oliveira Dias– INFRA/Universidade de Brasília
Membro Interno**

BRASÍLIA, 30 DE DEZEMBRO DE 2023.

FICHA CATALOGRÁFICA

VALLE, BRENNO SIMÕES

Desenvolvimento e Análise de Indicadores Financeiros para o Sistema Integrado de Gestão Energética (SIGE) da Universidade de Brasília [Distrito Federal] 2023.

xv, 61p., 210 x 297 mm (ENE/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Elétrica, 2023).

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Elétrica

1.

2.

3.

4.

I. ENE/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VALLE, B.S. (2023). Desenvolvimento e Análise de Indicadores Financeiros para o Sistema Integrado de Gestão Energética (SIGE) da Universidade de Brasília . Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica, Publicação , Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 61p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Brenno Simões do Valle

TÍTULO: Desenvolvimento e Análise de Indicadores Financeiros para o Sistema Integrado de Gestão Energética (SIGE) da Universidade de Brasília .

GRAU: Bacharel ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta trabalho de conclusão de curso e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa trabalho de conclusão de curso pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Brenno Simões do Valle

Departamento de Engenharia Elétrica (ENE) - FT

Universidade de Brasília (UnB)

Campus Darcy Ribeiro

CEP 70919-970 - Brasília - DF - Brasil

AGRADECIMENTOS

Este trabalho, e minha graduação como engenheiro como um todo, são frutos não só do meu próprio esforço, mas principalmente do apoio incalculável das pessoas mais importantes.

À minha família, principalmente aos meus pais, Aurélio e Fernanda, e ao meu irmão, Victor, agradeço pela dedicação de uma vida inteira à minha criação e evolução como pessoa. Espero um dia poder recompensar todo o sacrifício e amor que vocês me deram todos os dias da minha vida.

À mulher que me presenteou com os melhores momentos e me deu apoio durante os dias e noites difíceis, Mariana, eu te agradeço. Você foi e é uma grande inspiração para mim, e me sinto a pessoa mais sortuda do mundo por poder compartilhar minha vida contigo.

Àquela que foi o grande divisor de águas tanto na minha vida universitária quanto pessoal, ENETEC - Consultoria Júnior, eu agradeço por absolutamente tudo. Eu terei uma dívida eterna não só com a instituição, mas principalmente com todos os amigos com quem pude criar as melhores memórias durante os quase 3 anos em que tive o prazer de vestir aquela camisa.

À professora Loana, agradeço por me auxiliar no desenvolvimento de um trabalho tão diferente do habitual, mas que com certeza despertou um grande interesse em um curso em que nunca me senti totalmente identificado.

Por fim, agradeço à Universidade de Brasília, pois todas as minhas experiências - boas e ruins - me tornaram a pessoa que sou. Hoje, saio da universidade mais maduro e experiente, completamente diferente daquele menino que escolheu Engenharia Elétrica por conta de um projeto de ciências na escola em 2017.

Brenno Simões do Valle

RESUMO

Título: Development and Analysis of Financial Indicators in the Integrated Energy Management System (SIGE) of the University de Brasília

Autor: Brenno Simões do Valle

Orientador: Prof. Dra. Loana Nunes Velasco

Graduação em Engenharia Elétrica

Brasília, 30 de dezembro de 2023

O principal objetivo deste trabalho consistiu na criação de um modelo de relatório abrangente, voltado para gestores administrativos e financeiros da Universidade de Brasília (UnB), com indicadores específicos para monitorar despesas e economias relacionadas à energia elétrica. A metodologia envolveu a análise criteriosa de diversos indicadores, incluindo composição das despesas, tarifas de energia, economia das usinas fotovoltaicas, multas e contratos de demanda.

Os resultados obtidos forneceram uma visão detalhada da dinâmica do consumo de energia na UnB, destacando áreas críticas de gastos e oportunidades de economia. O modelo de relatório desenvolvido é uma ferramenta poderosa para os gestores, permitindo uma tomada de decisão mais informada e estratégica. Ao focar na eficiência e sustentabilidade, este trabalho capacita a administração da UnB a implementar práticas mais eficientes, otimizar custos e avançar em direção a uma gestão de energia mais inteligente e responsável.

Palavras-chave: Análise; Eficiência Energética; Estudo de Caso; Financeiro; Relatório; Indicadores de Desempenho Energético; Instituição de Ensino Superior; ISO 50001; Sistema Integrado de Gestão Energética; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Title:

Author: Brenno Simões do Valle

Supervisor: Prof. Dra. Loana Nunes Velasco

Graduate Program in Electrical Engineering

Brasília, December 30th, 2023

The main objective of this work was to create a comprehensive report model, aimed at administrative and financial managers at the University of Brasília (UnB), with specific indicators for monitoring expenses and savings related to electrical energy. The methodology involved a thorough analysis of various indicators, including expense composition, energy tariffs, photovoltaic system savings, fines, and demand contracts.

The results provided a detailed insight into the dynamics of energy consumption at UnB, highlighting critical areas of expenditure and opportunities for savings. The developed report model is a powerful tool for managers, enabling more informed and strategic decision-making. By focusing on efficiency and sustainability, this work empowers UnB's administration to implement more efficient practices, optimize costs, and move towards smarter and more responsible energy management.

Keywords: Analysis; Energy Efficiency; Case Study; Financial; Report; Energy Performance Indicators; Higher Education Institution; ISO 50001; Integrated Energy Management System; Sustainability

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.2	MOTIVAÇÃO.....	2
1.3	OBJETIVOS	3
1.3.1	OBJETIVO GERAL.....	3
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	CENÁRIO ENERGÉTICO MUNDIAL E BRASILEIRO	5
2.1.1	MATRIZ ENERGÉTICA E MATRIZ ELÉTRICA	5
2.1.2	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	8
2.1.3	SISTEMAS DE GESTÃO DE ENERGIA.....	9
2.1.3.1	ISO 50001.....	9
2.1.3.2	CONTEXTO DA ORGANIZAÇÃO.....	10
2.1.3.3	PLANEJAMENTO DOS OBJETIVOS E METAS ENERGÉTICAS	11
2.1.3.4	GERENCIAMENTO DO USO E CONSUMO DE ENERGIA	12
2.1.3.5	MONITORAR O DESEMPENHO E MELHORIAS.....	13
2.1.3.6	CORREÇÕES E MELHORIA CONTÍNUA.....	13
2.1.4	INDICADORES DE DESEMPENHO ENERGÉTICO	14
2.1.4.1	CONSTRUÇÃO DE INDICADORES.....	14
2.1.4.2	APLICAÇÃO DE IDEs EM IES.....	17
2.2	COMO FUNCIONA A CONTA DE ENERGIA NO BRASIL.....	18
2.2.1	O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	18
2.2.1.1	CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA.....	19
2.2.1.2	MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA.....	20
2.2.1.3	EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA.....	20
2.2.1.4	COMITÊ DE MONITORAMENTO DO SETOR ELÉTRICO.....	20
2.2.1.5	AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA.....	20
2.2.1.6	OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO.....	21
2.2.1.7	CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	21
2.2.2	TARIFA E O CUSTO DA ENERGIA	21
2.2.3	CLASSES DE CONSUMO	22
2.2.4	GRUPOS TARIFÁRIOS E MODALIDADES TARIFÁRIAS.....	23
2.3	GESTÃO FINANCEIRA E GESTÃO ENERGÉTICA.....	25

2.3.1	DESAFIOS DA GESTÃO FINANCEIRA NAS UNIVERSIDADES.....	25
2.3.2	IMPORTÂNCIA DO GESTOR FINANCEIRO NO SIGE.....	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	28
3.2	FLUXOGRAMA DE CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES.....	28
3.2.1	PRÉ-ANÁLISE DOS OBJETOS DE ESTUDO.....	29
3.2.2	REVISÃO DA LITERATURA.....	33
3.2.3	DEFINIÇÃO DO PERFIL DO GESTOR.....	34
3.2.4	CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DOS INDICADORES E ANÁLISES.....	35
3.2.5	CONSTRUÇÃO DAS TELAS DO RELATÓRIO.....	36
3.3	DADOS UTILIZADOS.....	36
3.4	PLATAFORMAS UTILIZADAS.....	37
3.4.1	MICROSOFT EXCEL®.....	37
3.4.2	MICROSOFT POWER BI®.....	37
4	RESULTADOS.....	38
4.1	INDICADORES E ANÁLISES SELECIONADAS.....	38
4.1.1	OBJETIVO 1: DISCRIMINAR DESPESAS COM ENERGIA NA UNIVER- SIDADE.....	38
4.1.1.1	COMPOSIÇÃO DA DESPESA TOTAL COM ENERGIA ELÉTRICA ...	39
4.1.1.2	TARIFA MÉDIA.....	43
4.1.2	OBJETIVO 2: ACOMPANHAR A ECONOMIA DAS USINAS INSTALADAS	44
4.1.2.1	ECONOMIA E GERAÇÃO REAL POR MÊS NA FGA.....	44
4.1.2.2	ECONOMIA E GERAÇÃO APARENTE POR MÊS NA FGA.....	46
4.1.3	OBJETIVO 3: IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE CORTES DE GAS- TOS E GANHOS DE VALOR.....	47
4.1.3.1	MULTA TOTAL COM EREX.....	47
4.1.3.2	CONSUMOS E DESPESAS NA PONTA E FORA DE PONTA.....	48
4.1.3.3	VALORES DE DEMANDA DE POTÊNCIA DAS UNIDADES CON- SUMIDORAS.....	49
4.2	RELATÓRIO PROPOSTO.....	52
5	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	55
5.1	CONCLUSÕES GERAIS.....	55
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	56

LISTA DE FIGURAS

1.1	Interesse no o assunto "ESG" de 2004 a setembro de 2023 no Google	1
2.1	Consumo global de energia por fonte	6
2.2	Comparação entre a matriz energética do Brasil e do mundo.....	6
2.3	Comparação entre a matriz elétrica do Brasil e do mundo	7
2.4	Evolução do custo médio da energia produzida por fontes renováveis	7
2.5	Ranking Internacional de Eficiência Energética	8
2.6	Ciclo Plan, Do, Check, Act (PDCA).....	10
2.7	Exemplo de linha de base energética	12
2.8	Etapas para a construção de um indicador.....	15
2.9	Identificação dos FCS	15
2.10	O caminho da energia elétrica	19
2.11	Modelo institucional do setor elétrico	19
2.12	Esquemático Tarifa Convencional	24
2.13	Esquemático Tarifa Horária Verde	24
2.14	Esquemático Tarifa Horária Azul.....	25
3.1	Fluxograma elaborado para o trabalho	29
3.2	Localização das plantas fotovoltaicas monitoradas	31
3.3	Painel de início do SIGE UnB.....	32
3.4	Painel de seleção de medidores	32
3.5	Painel de medição do dispositivo	33
3.6	Painel Relatório	33
3.7	Matriz Esforço x Impacto	35
3.8	Fluxograma seguido para a construção dos indicadores	36
4.1	Despesas totais com energia elétrica por mês - Geral	39
4.2	Despesas totais com energia elétrica por mês - Darcy Ribeiro	41
4.3	Despesas totais com energia elétrica por mês - Planaltina.....	41
4.4	Despesas totais com energia elétrica por mês - Gama	42
4.5	Despesas totais com energia elétrica por mês - Ceilândia	42
4.6	Tarifas de consumo médias por mês	43
4.7	Tarifas de consumo médias por mês - FGA, FUP e FCE	43
4.8	Tarifas de consumo médias por mês - Darcy Ribeiro	43
4.9	Economia e geração real por mês na FGA	45
4.10	Histórico de irradiação solar nas localidades próximas à FGA.....	45
4.11	Economia e geração aparente por mês na FGA	46

4.12 Multa de EREX por campus	47
4.13 Análise do consumo de energia por mês	48
4.14 Análise da demanda de energia por mês - Geral	49
4.15 Análise da demanda de energia por mês - Darcy Ribeiro.....	50
4.16 Análise da demanda de energia por mês - Planaltina	51
4.17 Análise da demanda de energia por mês - Ceilândia.....	51
4.18 Análise da demanda de energia por mês - Gama	52
4.19 Página de despesas gerais	53
4.20 Página de geração de energia	53
4.21 Página de análise de oportunidades	54

LISTA DE TABELAS

2.1	Matriz de avaliação dos indicadores	17
2.2	Exemplo de indicadores propostos para Instituições de Ensino Superior (IES).	18
2.3	Comparativo da função do CFO: 2011-2020	26
3.1	Enquadramentos tarifários dos campi	30
3.2	Localização dos pontos de medição.....	30
3.3	Plantas fotovoltaicas monitoradas	30
4.1	Indicadores escolhidos	38

LISTA DE ACRÔNIMOS E ABREVIACÕES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas. 9
ACEEE	American Council for Energy-Efficient Economy. 8
ACR	Ambiente de Contratação Regulada. 21
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica. 2, 3, 20–22, 47
BCE	Biblioteca Central. 30
BSAN	Bloco de Sala de Aula Norte. 30
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. 21
CEU	Casa do Estudante. 30
CFO	Chief Financial Officer. 26
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia. 28
CIP	Contribuição para Iluminação Pública. 21, 22, 38, 40
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico. 20
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética. 19, 20
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social. 21, 22
CPD	Centro de Processamento de Dados. 30
CRESESB	Centro de Referência para as Energia Solar e Eólica Sérgio de S. Brito. 45
DAF	Decanato de Administração. 28, 35
EE	Eficiência Energética. 2–4, 8, 9, 12, 44, 49, 56
EPE	Empresa de Pesquisa Energética. 20
EREX	Energia Reativa Excedente. 24
ESG	Environmental, Social and Governance. 1
FACE	Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia. 30
FCE	Faculdade UnB Ceilândia. 29, 30, 42, 43, 48, 50, 51
FCS	Fatores Críticos de Sucesso. 15, 16
FGA	Faculdade UnB Gama. 29, 30, 41–44, 46, 48, 51
FP	Fator de Potência. 23
FT	Faculdade de Tecnologia. 30
FUP	Faculdade UnB Planaltina. 29, 30, 41, 43, 48, 50, 51

GEE	Gases de Efeito Estufa. 5, 8
HVET	Hospital Veterinário. 30
IB	Instituto de Biologia. 30
ICA	International Copper Association. 13
ICC	Instituto Central de Ciências. 30
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços. 21, 22, 40
IDES	Indicadores de Gestão Energética. 2, 3, 11–14, 17, 33
IES	Instituições de Ensino Superior. xii, 4, 17, 18, 25, 33
IRENA	International Renewable Energy Agency. 7
ISO	International Organization for Standardization. 9
LBE	Linha de Base Energética. 11, 13
LDTEA	Laboratório de Desenvolvimento de Transportes e Energias Alternativas. 30, 46
MME	Ministério de Minas e Energia. 2, 20
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico. 21
PAT	Pavilhão Anísio Teixeira. 30
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem. 9
PDCA	Plan, Do, Check, Act. x, 10, 11
PEE	Programa de Eficiência Energética. 9
PIS	Programa de Integração Social. 21, 22
PJC	Pavilhão João Calmon. 30
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. 8
SGE	Sistema de Gestão Energética. 2, 9–12, 14, 26, 27, 34
SIGE	Sistema Integrado de Gestão Energética. 2, 3, 30, 31, 33, 36, 37, 52, 56
SIN	Sistema Interligado Nacional. 21
TE	Tarifa de Energia. 21, 22
THA	Tarifa Horária Azul. 23, 29
THB	Tarifa Horária Branca. 23
THV	Tarifa Horária Verde. 23, 29, 51
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição. 21, 22

UAC	Unidade Acadêmica. 30, 46
UCs	Unidades Consumidoras. 2, 18, 29
UED	Unidade de Ensino e Docência. 30
UnB	Universidade de Brasília. 2, 9, 27, 28, 34, 37, 39, 40, 47, 49, 55, 56
USE	Uso Significativo de Energia. 11, 13
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 17

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo estabelecerá o cenário e a importância do tema discutido no trabalho, apresentando seus objetivos gerais, a estrutura do documento e quais as contribuições esperadas ao final da obra.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O tema Environmental, Social and Governance (ESG) - traduzido como ambiental, social e governança - tem ganhado notoriedade global. Ele representa um conjunto de critérios que avaliam o desempenho de uma organização em áreas relacionadas à sustentabilidade, responsabilidade social e eficácia de governança corporativa. A relevância crescente do *ESG* pode ser ilustrada pela curva ascendente de interesse registrada nas pesquisas do Google nos últimos anos (Figura 1.1), indicando uma conscientização crescente sobre essas questões.

Figura 1.1 – Interesse no assunto "ESG" de 2004 a setembro de 2023 no Google



Fonte: Google

Como destacado pelo diretor-executivo da Rede Brasil do Pacto Global, "*ESG* não é uma evolução da sustentabilidade empresarial, mas sim a própria sustentabilidade empresarial"[PEREIRA, 2020]. Essa afirmação enfatiza que o *ESG* não é apenas uma tendência passageira, mas uma abordagem essencial para as organizações se manterem relevantes em um mundo em constante transformação.

Dessa forma, o reflexo dessa nova tendência pode ser visto não só no mundo corporativo privado, como também passou a ser foco de diversos projetos nos grandes centros universitários.

À medida que as instituições de ensino superior, incluindo a UnB, têm intensificado

seus esforços para incorporar os princípios do *ESG* em suas operações e estratégias, torna-se evidente que a gestão eficiente de recursos, especialmente a energia, desempenha um papel fundamental nesse compromisso. O uso responsável da energia não apenas contribui para a redução do impacto ambiental, mas também economiza recursos financeiros valiosos, promovendo, assim, a governança responsável.

Em outubro de 2016, a Universidade de Brasília (UnB) deu início a um ambicioso programa de eficiência energética e geração distribuída em parceria com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) [ANGARITA et al., 2020]. Esse programa abrangeu uma ampla gama de iniciativas, desde a instalação de usinas fotovoltaicas até a modernização das instalações existentes. Como parte desses esforços, a UnB também se empenhou na criação de um Sistema Integrado de Gestão Energética (SIGE) abrangente, que visa monitorar, o uso de energia em seus campi - o SIGE UnB.

O Ministério de Minas e Energia (MME) traz a definição de um SIGE, ou Sistema de Gestão Energética (SGE), como sendo:

"Um conjunto de procedimentos e atividades implementados por qualquer tipo de organização, seja industrial, comercial, administrativa ou de serviços, na sua rotina diária para tornar o consumo energético mais eficiente e, assim, promover uma redução do consumo total de energia." [MME, 2018]

A implantação desse sistema vem também com a promessa de melhorar a gestão das despesas energéticas da universidade e torná-la totalmente orientada a dados. Dessa forma, o controle financeiro, antes feito apenas pelas faturas de energia das Unidades Consumidoras (UCs), poderia ser expandido para uma análise detalhada de cada ponto de medição.

A partir disso, elaboram-se Indicadores de Gestão Energética (IDEs) que permitam aos gestores discriminar essas despesas, identificar oportunidades de melhorias e acompanhar os resultados de ações de Eficiência Energética (EE).

1.2 MOTIVAÇÃO

A importância de uma gestão orientada a dados na atualidade é crucial. Esse conceito, conhecido como "*Data Driven*", é uma abordagem estratégica que coloca a análise e interpretação de dados como prioridade na tomada de decisões [SYDLE, 2023]. De acordo com a Harvard Business Review, aproximadamente 48,5% das empresas que implementaram a gestão orientada a dados experimentaram uma melhoria significativa na redução de custos [BEAN, 2017]. Nesse sentido, o SIGE UnB se configura como uma ferramenta de relevância elevada para a comunidade acadêmica, contribuindo não apenas para a eficiência energética, mas também para a gestão eficaz dos custos.

Além disso, conforme destacado na convocação para o projeto de EE da ANEEL [ANEEL, 2016], o consumo de energia elétrica representa o terceiro maior gasto nas universidades brasileiras. Diante desse cenário, a implementação do SIGE UnB na universidade se mostra como uma iniciativa extremamente benéfica para toda a comunidade acadêmica.

No entanto, apesar do funcionamento do sistema e da infraestrutura física associada, observa-se uma lacuna na utilização estratégica dos dados gerados. As análises atuais consistem apenas em aspectos extremamente técnicos, como parâmetros de qualidade de energia, dificultando a utilização do sistema por outras áreas da universidade que poderiam ser tão beneficiadas quanto.

Diante desse contexto, a conclusão é que a gestão energética da universidade pode se beneficiar significativamente com a utilização estratégica do SIGE UnB. A definição desses pontos cruciais - como a clara determinação do uso do sistema, a identificação dos responsáveis pela gestão e a especificação dos IDEs essenciais para monitorar as despesas relacionadas à energia - é crucial para a efetiva implementação do SIGE. Além disso, a criação de um documento-modelo de visualização desses dados, possibilitará que os gestores da Universidade de Brasília tomem decisões informadas e monitorem de forma mais eficiente os resultados dos projetos de EE em cada um dos seus 4 campi.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho pode se resumir a criar um modelo de relatório de despesas energéticas que auxiliem as tomadas de decisão da gestão da universidade a partir de dados das contas de energia e medidores instalados nos 4 campi.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos podem ser traçados como etapas para se chegar ao objetivo geral mencionado anteriormente:

- Definir um perfil de gestor para o qual o relatório será entregue;
- Propor indicadores de gestão energética alinhados com o perfil do gestor;
- Analisar dos dados referentes ao consumo e geração de energia dos 4 campi de acordo com os indicadores propostos.

1.4 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O documento será redigido seguindo um padrão lógico de raciocínio até o alcance do objetivo final:

- **Capítulo 1: Introdução**, neste capítulo foi abordada uma primeira contextualização sobre o tema, apresentada a motivação e importância do trabalho, bem como seus objetivos gerais e específicos;
- **Capítulo 2: Revisão Bibliográfica**, visando apresentar a fundamentação teórica sobre o cenário energético mundial e nacional, as principais ferramentas para a aplicação de ações de EE, o funcionamento do setor elétrico brasileiro e os principais desafios presentes na gestão financeira de IES;
- **Capítulo 3: Materias e Métodos**, destrinchando o processo lógico feito para se construir os indicadores e o relatório final;
- **Capítulo 4: Resultados**, mostrando as análises finais utilizando os dados à disposição;
- **Capítulo 5: Conclusão e Próximos Trabalhos**, onde será finalizado o trabalho e levantadas continuações do tema para trabalhos futuros; e

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Serão abordadas nesse capítulo as principais referências teóricas que fundamentarão o trabalho. Será apresentado o cenário energético mundial, a importância da eficiência energética, dos indicadores de gestão energética, boas práticas na implementação e aprimoramento dos sistemas de gestão energética e as modalidades tarifárias.

2.1 CENÁRIO ENERGÉTICO MUNDIAL E BRASILEIRO

A energia elétrica é talvez uma das maiores revoluções na história da humanidade. Essencial para o funcionamento do mundo moderno, imaginar o futuro de uma sociedade desenvolvida sem a utilização da eletricidade beira o impossível.

O consumo dessa energia global vem aumentando consistentemente ao longo dos anos. Segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2023, a China teve um aumento de quase 10% no consumo de energia entre 2020 e 2021, o que demonstra uma tendência ainda maior de crescimento [EPE, 2023a].

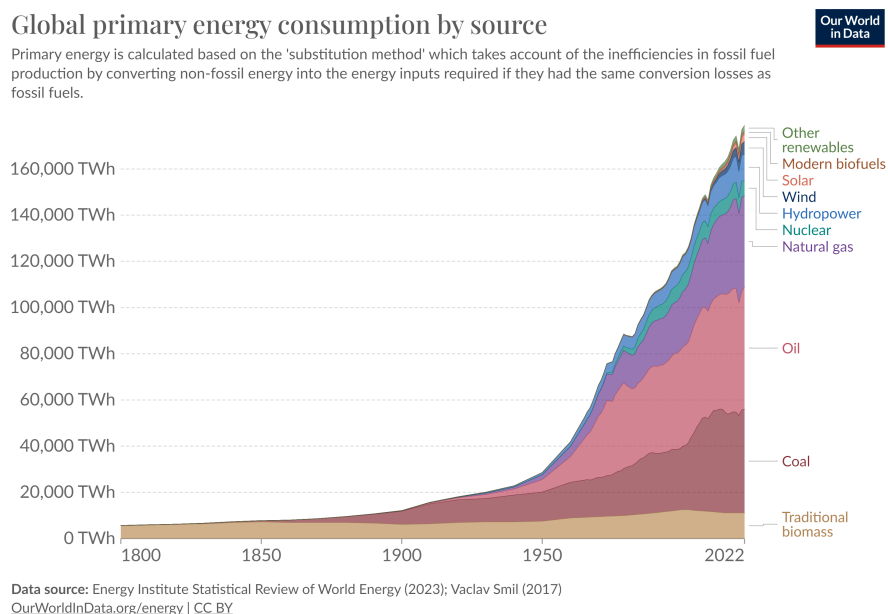
Os custos para se suprir essas necessidades se tornam cada vez mais altos, não só em termos financeiros, mas principalmente em termos ambientais e sociais. Afinal, toda energia é gerada a partir de uma fonte e "Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma", frase amplamente atribuída a Lavoisier, o pai da química moderna.

2.1.1 Matriz Energética e Matriz Elétrica

Antes de prosseguir ao desenvolvimento do tema, se faz necessário fazer uma distinção entre dois termos comumente confundidos: a **matriz energética** e a **matriz elétrica**. A matriz energética caracteriza as fontes de energia utilizadas para todas as atividades da sociedade, como transporte, geração de eletricidade, produção de alimentos, entre outros. Já a matriz elétrica caracteriza as fontes de energia especificamente para a produção de eletricidade, como os combustíveis fósseis, energia solar, eólica, entre outras [EPE, 2023d].

O setor energético representa quase dois terços das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) mundialmente. Além disso, cerca de 84,3% da matriz energética hoje se dá através de combustíveis fósseis (óleo, carvão e gás natural) [RITCHIE; ROSADO, 2020]. Apesar da parcela de energias renováveis estar aumentando, o consumo de energia também acompanha esse crescimento ano após ano, como demonstrado na Figura 2.1.

Figura 2.1 – Consumo global de energia por fonte

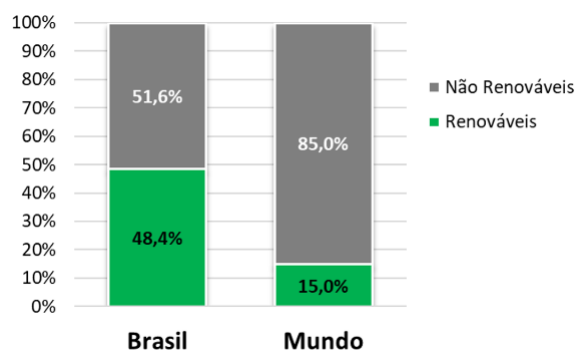


Fonte: [RITCHIE; ROSADO, 2020]

Já no Brasil, o cenário encontrado é bem diferente da matriz energética global. Enquanto ainda se nota uma baixa representatividade de energias renováveis na matriz energética da maioria dos países - até mesmo os mais desenvolvidos - a energia brasileira já é considerada uma das mais renováveis do mundo [EPE, 2023d].

Somando-se a geração de fontes hidráulicas, eólicas, solar e outras renováveis, elas chegam a representar cerca de 47,4% da matriz energética brasileira [EPE, 2023b]. A Figura 2.2 exibe uma comparação entre a matriz brasileira e a média mundial para uma melhor visualização.

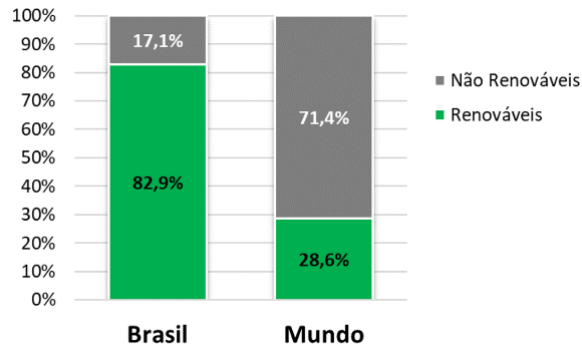
Figura 2.2 – Comparação entre a matriz energética do Brasil e do mundo



Fonte: [EPE, 2023b]

Em se tratando da matriz elétrica, essa diferença fica ainda mais clara, com o Brasil tendo cerca de 82,9% da produção de sua eletricidade proveniente de fontes renováveis. Essa diferença se dá principalmente pelas usinas hidrelétricas, mas o país também é um dos maiores produtores de energia eólica e solar, com ambos mercados em plena ascensão [PINTO; MARTINS; PEREIRA, 2017].

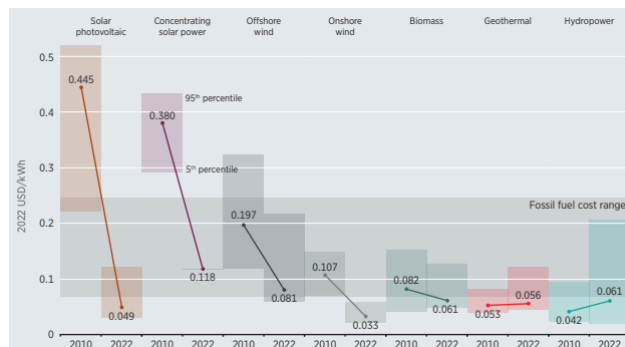
Figura 2.3 – Comparação entre a matriz elétrica do Brasil e do mundo



Fonte: [EPE, 2023b]

É notório, portanto, que os investimentos em energias renováveis no Brasil e no mundo são imprescindíveis para redução dos impactos negativos do uso de combustíveis fósseis. Essa fontes também tendem a ficarem cada vez mais baratas e acessíveis, como mostra o Relatório de Custos de Fontes Renováveis 2022 feito pelo International Renewable Energy Agency (IRENA) [IRENA, 2023].

Figura 2.4 – Evolução do custo médio da energia produzida por fontes renováveis



Fonte: [IRENA, 2023]

Apesar da substituição das fontes de energia danosas ser um ponto importante para a Transição Energética, há outro ainda pouco explorado: o controle e redução do desperdício do consumo. Quando falamos de redução e controle, falamos de Eficiência Energética.

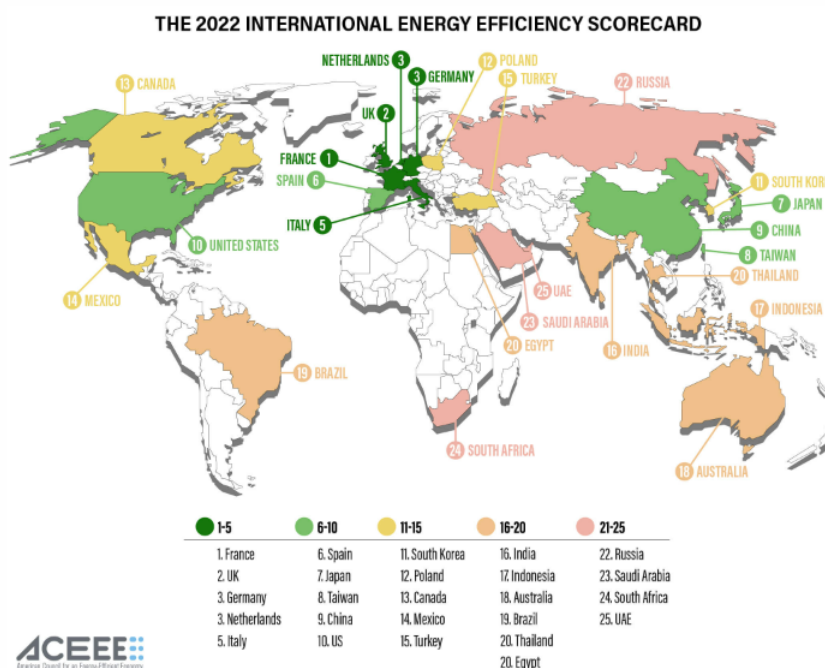
2.1.2 Eficiência Energética

Eficiência energética pode ser definida como realizar uma determinada tarefa utilizando menos energia [EPE, 2023c]. Isso significa otimizar todos os processos dentro do setor elétrico, desde a geração até o consumo.

Além da prevenção do esgotamento dos recursos naturais, a EE também apresenta diversos benefícios para o desenvolvimento dos países, como a melhoria da qualidade ambiental a partir da redução dos GEE, redução de custos operacionais e aumento da competitividade industrial [POLLITT, 2017]. Por isso, cada vez mais países vêm adotando políticas de EE em seus planejamentos.

Como demonstrado no tópico anterior, o Brasil pode ser considerado uma referência na implementação de energias renováveis, porém o mesmo não pode ser dito com relação à política de eficiência energética [SANTOS et al., 2021]. Um estudo realizado pela American Council for Energy-Efficient Economy (ACEEE), ranqueando o desempenho energético de 25 países, deixou o Brasil em 19º lugar [ACEEE, 2022].

Figura 2.5 – Ranking Internacional de Eficiência Energética



Fonte: [ACEEE, 2022]

Portanto, é notória a importância do incentivo à aplicação de ações e projetos de EE para um desenvolvimento ainda maior do país. É a partir desse cenário que a criação e aprimoramento das principais iniciativas nacionais se torna a principal ferramenta para essa mudança, como o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), o

Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), o Programa de Eficiência Energética (PEE) e principalmente a criação da Lei de Eficiência Energética [BRASIL, 2001] - responsável pelo financiamento de diversos projetos universitários na área, incluindo a UnB [SANTOS et al., 2021].

2.1.3 Sistemas de Gestão de Energia

Dentre as diversas iniciativas de EE, destaca-se o gerenciamento energético. O sucesso da gestão energética de organizações passa diretamente pelo estabelecimento de processos claros para planejar, monitorar e controlar o uso de energia, do mesmo modo que para outras prioridades corporativas, como mão de obra, materiais e outros custos [TRIPP; DIXON, 2004].

Essa é exatamente a função de um SGE. Seus objetivos são de reduzir os custos com energia e aumentar a produtividade das organizações por meio do estabelecimento de políticas, objetivos, responsabilidades, procedimentos bem planejados, treinamento e verificações internas [SANTOS; FILHO, 2022].

Existem diversas metodologias para a aplicação de um SGE, porém a mais difundida entre elas se trata da norma ISO 50001, redigida pelo International Organization for Standardization (ISO) - organização internacional de normatizações.

2.1.3.1 ISO 50001

Distribuída e editada no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a ISO 50001 é uma norma internacional criada em 2011 com o intuito principal de estabelecer requisitos mínimos e específicos que garantam a melhoria contínua do desempenho energético de organizações e instituições. Seus principais objetivos são:

- Dar suporte às organizações para que estabeleçam usos e consumos mais adequados de energia;
- Criar uma comunicação fácil e transparente a respeito da gestão sobre recursos energéticos;
- Promover as melhores práticas de gestão energética e reforçar os ganhos com a aplicação da gestão da energia;
- Suportar a avaliação e priorização de implantação de novas tecnologias mais eficientes no uso da energia;
- Estabelecer um cenário para promoção da eficiência energética através da cadeia de suprimento;

- Favorecer a melhoria da gestão da energia em conjunto a projetos de redução de gases de efeito estufa; e
- Permitir a integração com outros sistemas de gestão organizacionais tais como ambiental e de saúde e segurança.

Existe uma grande expectativa quanto aos impactos gerados pela aplicação dessa metodologia para o futuro. Segundo uma previsão feita por [MCKANE et al., 2017], com a implementação da ISO 50001 em 50% do consumo global até 2030, serão economizados cerca de \$ 700 bilhões de dólares e uma redução de 6,5 bilhões de toneladas de CO2 emitidos na atmosfera.

Figura 2.6 – Ciclo PDCA



Fonte: [ASSOCIATION, 2023]

Sua metodologia é baseada em uma ferramenta amplamente aplicada na gestão empresarial, o ciclo PDCA (traduzido como Planejar, Fazer, Checar e Agir), ilustrado na Figura 2.6. A ideia é que a gestão traga uma melhoria contínua dos processos e resultados sob uma ótica da gestão energética.

2.1.3.2 Contexto da organização

Antes mesmo de se entrar nas etapas do ciclo PDCA, a ISO 50001 recomenda uma primeira etapa de pré-análise de Contexto e definições para a implementação de um SGE. Esta etapa pode ser destrinchada nas seguintes análises:

- **Contextualização da organização:** análise do foco e atividades primárias da organização, determinação do grau de relevância do custo energético para a sua operação e levantamento dos objetivos estratégicos de curto, médio e longo prazo da organização;
- **Necessidades e expectativas das partes interessadas:** identificação das partes interessadas relacionadas ao SGE e definição dos seus respectivos requisitos para com o sistema;
- **Escopo do SGE:** delimitação dos limites - físicos, financeiros e estruturais - do sistema; e
- **Estrutura do SGE:** estruturação dos processos necessários para a instalação do sistema.

Além disso, nessa etapa também é definida a estrutura organizacional da equipe gestora do SGE, promovendo as lideranças e responsabilidades por cada etapa do processo. Essa etapa é de importância significativa, pois como apontado por um artigo sobre a implementação da ISO 50001 conduzido em 2012, o comprometimento e apoio dos gestores é determinante para o funcionamento do sistema de gestão [FROZZA et al., 2012].

2.1.3.3 Planejamento dos objetivos e metas energéticas

Adentrando a metodologia do PDCA, a etapa simbolizada pelo P (*Plan*) introduz as ideias de revisão energética, Linha de Base Energética (LBE) e definição dos IDEs.

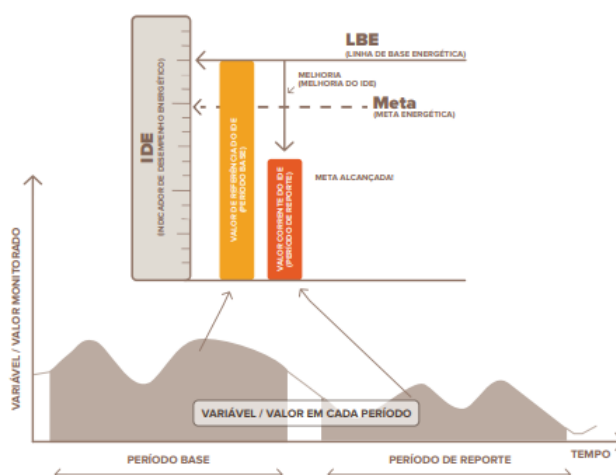
A revisão energética pode ser resumida ao levantamento das principais informações com relação ao perfil energético da organização, como o levantamento dos diferentes usos e consumos finais da energia, a identificação dos Uso Significativo de Energia (USE) e identificação das oportunidades de melhorias de desempenho energético.

A partir da revisão, determina-se então as linhas de base de energia. A [ABNT, 2011] traz a definição de linhas de base como sendo

- a) A linha de base energética caracteriza um determinado período de tempo;
- b) É aceitável normalizar uma linha de base utilizando variáveis que de certa forma afetam o uso e/ou consumo de energia, como exemplo: quantidade produzida, temperatura, etc;
- c) Uma linha de base é utilizada para cálculos de economia de energia, servindo como referência no antes e depois da implementação de iniciativas de melhoria de desempenho energético.

Em termos práticos, a LBE nada mais é que um período base utilizado para se comparar e monitorar os IDEs. A Figura 2.7 traz um exemplo de LBE padrão.

Figura 2.7 – Exemplo de linha de base energética



Fonte: [ASSOCIATION, 2023]

Por fim, uma das definições de maior importância de todo o SGE é feita durante essa parte, os indicadores de desempenho energético, ou IDEs. A partir deles, a organização será capaz de monitorar a eficácia das ações de EE propostas e o seu desempenho energético no geral. A [ABNT, 2011] não restringe nenhum processo de escolha desses indicadores, deixando a critério das organizações aquilo que seja mais apropriado para o caso específico. Este tema será abordado de maneira mais profunda posteriormente no trabalho.

2.1.3.4 Gerenciamento do uso e consumo de energia

Finalizado o planejamento do SGE, inicia-se então a sua aplicação. Durante essa etapa, são promovidos os treinamentos e capacitações técnicas para as partes interessadas, a conscientização do público em geral e todo o suporte necessário para a implementação.

Um fator importante durante a ação é manter registros de tudo aquilo que está sendo feito e monitorar os recursos financeiros e humanos gastos. Do ponto de vista da operação, as seguintes ações são feitas [GIZ, 2023]:

- Compra e instalação do sistema de monitoramento de energia seguindo os requisitos previamente estabelecidos;
- Revisão dos contratos de fornecimento;
- Manutenção corretiva e preventiva dos equipamentos; e
- Formatação de análises e relatórios energéticos;

Como o gerenciamento de informações de consumo e outras grandezas elétricas se faz indispensável durante essa etapa, a introdução de medidores de energia e de um *software* de gestão de energia é necessária.

Medidores de energia são instrumentos capazes de medir as grandezas elétricas de um estabelecimento. O grau de confiabilidade e tipos de informações exibidas pode variar de acordo com a necessidade do projeto, mas o consumo de energia, nível de tensão, fator de potência e geração de harmônicos são as mais comuns.

Como apontado pelo livro [SACOMANO et al., 2018], a integração dos dados gerados é uma das tendências da chamada "Indústria 4.0". Dessa forma, os *softwares* de gestão energética permitem a visualização e tratamento dos dados dos medidores em tempo real, possibilitando a automação de algumas análises e otimizando o trabalho da equipe de gestão energética.

2.1.3.5 Monitorar o desempenho e melhorias

Com a operacionalização do planejamento concluída, volta-se o foco para o monitoramento das informações levantadas. É nessa etapa onde os IDEs serão analisados e a importância da LBE será verificada.

Porém, apenas a existência desses indicadores não gerará os *insights* necessários para a próxima etapa. Por isso, se faz necessária a definição de uma metodologia de monitoramento. Pela recomendação da [ABNT, 2011], essa metodologia irá partir pela definição de características como:

- Frequência dos monitoramentos;
- Métodos de análise e obtenção de resultados;
- Definição do processo de auditoria dos dados; e
- Relação entre fatores relevantes sobre o USE.

2.1.3.6 Correções e melhoria contínua

Por fim, a última etapa proposta na ISO 50001 destaca a avaliação das não-conformidades levantadas durante a checagem e a execução de ações corretivas. O guia de implementação da ISO 50001 feito pela International Copper Association (ICA) traz alguns exemplos de motivos de não-conformidade [ASSOCIATION, 2023]:

- Falta de capacitação e/ou competência de integrantes das equipes;

- Falha nos processos de comunicação;
- Ausência de critérios claros de operação;
- Dificuldade no envolvimento da alta direção;
- Resistência de colaboradores; e
- Ausência de investimentos e/ou recursos necessários identificados

Além disso, após alcançar os objetivos estabelecidos inicialmente em um período determinado, é crucial buscar novos desafios em diferentes áreas, setores, usos de energia e com envolvimento de novas equipes. O processo de melhoria contínua envolve ajustar o planejamento original à nova realidade conquistada ao longo do tempo.

2.1.4 Indicadores de desempenho energético

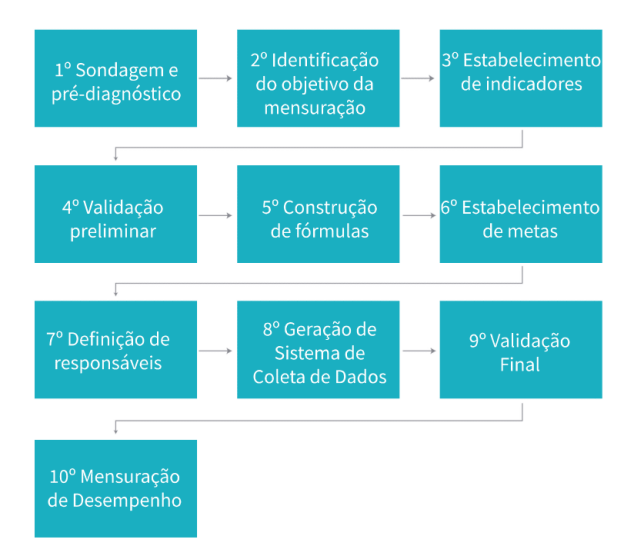
Como abordado anteriormente, a escolha dos IDEs é primordial para a implantação de um SGE seguindo os moldes da ISO 50001. Entretanto, a norma não dita nenhuma metodologia de construção desses indicadores.

Pode-se, portanto, partir da definição de indicadores como sendo o cruzamento entre informações administrativas com grandezas elétricas medidas/documentos de determinado país, região, ramo de atividade ou unidade [MORALES, 2007].

2.1.4.1 Construção de indicadores

Segundo o Guia Referencial para Construção e Análise de Indicadores [BAHIA, 2021], existem 10 etapas para a construção de um indicador eficaz, ilustrados na Figura 2.8.

Figura 2.8 – Etapas para a construção de um indicador

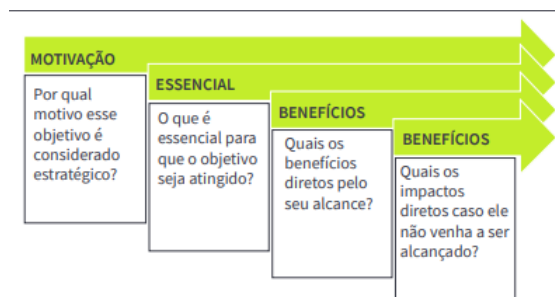


Fonte: [BAHIA, 2021]

A primeira etapa se refere à sondagem e pré-diagnóstico, ou seja, levantar informações gerais sobre a situação que se pretende modificar, de forma a evidenciar a relevância de se atuar sobre ela.

Em seguida, parte-se para a definição do objetivo da mensuração. Perguntas como "Quais objetivos minha organização precisa atingir?" precisam ser respondidas nessa etapa a fim de gerar indicadores que nos direcionem corretamente. O guia ainda ressalta a importância de se interpretar claramente o significado do objetivo em termo simples, isto é, entender quais efeitos esse objetivo tem que produzir. Para isso, a identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) desse objetivo também se faz necessária nessa etapa, ou seja, validar os quais são pontos-chave que, quando bem executados, definem e garantem o desenvolvimento e o crescimento de uma organização, atingindo seus objetivos (Figura 2.9).

Figura 2.9 – Identificação dos FCS



Fonte: [BAHIA, 2021]

Definidos os objetivos e FCS, caracteriza-se então os indicadores relacionados a partir de métricas estatísticas, como porcentagens, médias, números brutos, proporções e índices. Os componentes básicos de um indicador são:

- Medida: dimensão, seja ela qualitativa ou quantitativa, que possibilita a classificação das características, resultados e consequências de produtos, processos ou sistemas;
- Fórmula: expressão matemática que representa a relação ou operação matemática;
- Índice (número): valor do indicador em um período determinado;
- Padrão de comparação: conjunto conhecido de valores ou condições usado para avaliar resultados ou medir desempenho; e
- Meta: resultado específico que se deseja alcançar em um determinado período de tempo.

Além disso, os indicadores desenhados devem seguir os seguintes critérios:

- Seletividade ou importância: traduz as principais variáveis estratégicas e prioridades definidas de ações, produtos ou impactos esperados;
- Simplicidade, clareza, inteligibilidade e comunicabilidade: demonstram a sua ideia clara e objetivamente aos públicos interessados
- Representatividade, confiabilidade e sensibilidade: devem ser precisos, verossímeis e refletem tempestivamente os efeitos decorrentes das intervenções;
- Investigativos: suas análises devem ser fáceis e diretas;
- Comparabilidade: devem ser comparados com outras referências;
- Estabilidade: precisam ser gerados por procedimentos sistemáticos e de maneira constante; e
- Custo-efetividade: são factíveis e viáveis economicamente.

O 4º passo consiste em validar esses indicadores com as partes interessadas e é fundamental para a obtenção de um conjunto significativo de indicadores que propicie uma visão global da organização e represente o desempenho da mesma. Essa validação deve obedecer aos critérios levantados na etapa anterior.

Na 5ª etapa, as fórmulas necessárias para o indicador são construídas. É importante manter o grau de complexidade das fórmulas o mais baixo possível, pois dessa forma tem-se a melhor compreensão e base comparativa para as análises do indicador.

Uma vez estabelecidas as fórmulas, define-se então as metas relacionadas a cada indicador. Uma metodologia interessante para se utilizar durante essa etapa são as Metas SMART, anagrama que traduzido do inglês significa "Específicas, Mensuráveis, Atingíveis, Relevantes e Temporais" - critérios que as metas precisam transmitir [STEFFENS, 2023].

As etapas 7 e 8 se resumem à definição dos responsáveis pelo monitoramento de cada um dos indicadores e à definição da forma de coleta dos dados, respectivamente. Pontos importantes a se destacar nessas etapas são a definição da periodicidade das coletas (semanal, mensal, anual, etc) e que os responsáveis pelas respectivas bases e sistemas de monitoramento devem ser envolvidos no processo de construção dos indicadores.

Por fim, ocorre a validação final dos indicadores levantados com os grupos de interesse e o início do monitoramento de fato dos mesmos. Uma técnica empregada durante a validação final é a distribuição de pesos para cada um dos indicadores. Esses pesos variam de 1 a 5 e descrevem o grau de importância de cada indicador seguindo os critérios abordados na 3ª etapa, sendo calculados pela média simples das notas para cada critério (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Matriz de avaliação dos indicadores

	Critério	Peso
1	Seletividade ou importância	
2	Simplicidade, clareza, inteligibilidade e comunicabilidade	
3	Representatividade, confiabilidade e sensibilidade	
4	Investigativos	
5	Comparabilidade	
6	Estabilidade	
7	Custo-efetividade	

Fonte: [BAHIA, 2021]

2.1.4.2 Aplicação de IDEs em IES

Como a classificação desses indicadores é dependente do contexto e atividade da organização a qual eles se aplicam, no cenário de uma IES podemos dividi-los em 3 grupos, como elaborado na proposta de IDEs para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) [SBARDELOTTO, 2018]:

- Indicadores econômicos: refletem as avaliações de custos que a IES tem com relação ao seu consumo energético;
- Indicadores técnico-operacionais: expressam as relações de operação das instituições, analisando o consumo, utilização de ar-condicionado e iluminação, equipamentos elé-

tricos em operação, retratando dessa forma o perfil de consumo da instalação e o potencial de conservação energética por meio de análises comparativas; e

- Indicadores socio ambientais: medem os impactos gerados pelas atividades humanas no meio ambiente;

A Tabela 2.2 traz alguns exemplos de indicadores utilizando essa abordagem.

Tabela 2.2 – Exemplo de indicadores propostos para IES

Fatores	Descrição	Variáveis do indicador
Econômicos	Custo médio de energia Consumo por unidade (iluminação, ar condicionado, equipamentos...) Custo educacional Economia gerada	Variável monetária (R\$)/ consumo energético (kWh) Consumo energético total (kWh)/ consumo energético específico (kWh) Custo de energia (R\$)/n° de estudantes Consumo energético (kWh)/ano
Técnico operacional	Índice de consumo mensal por m^2 Índice de demanda máxima por m^2 Consumo específico de energia Fator de carga Fator de potência Fator de demanda	Energia média mensal (kWh)/área construída (m^2) Demanda máxima mensal (kW)/área construída (m^2) Energia total anual (kWh)/área bruta (m^2) Demanda média (kW)/demanda máxima (kW) Demanda média (kW)/carga instalada (kW)
Socio ambientais	Índice de consumo médio por funcionário Índice de consumo mensal por aluno Índice de demanda máxima mensal por funcionário Índice de demanda máxima mensal por aluno Consumo mensal por usuário Área ocupada Produtividade Produtividade	Energia média mensal (kWh)/n° de funcionários Energia média mensal (kWh)/n° de alunos Demanda máxima mensal (kW)/n° de funcionários Demanda máxima mensal (kW)/n° de alunos Energia média mensal (kWh)/n° total de usuários Área total (m^2) / n° total da população acadêmica Professor/aluno Aluno/servidor

Fonte: [SBARDELOTTO, 2018]

2.2 COMO FUNCIONA A CONTA DE ENERGIA NO BRASIL

Para se ter um entendimento melhor de como a energia é tarifada para os consumidores finais no Brasil, se faz necessária uma contextualização geral sobre o funcionamento do setor elétrico brasileiro.

2.2.1 O setor elétrico brasileiro

O setor elétrico brasileiro é composto por quatro etapas/agentes: a geração, a transmissão, a distribuição e o consumo de energia. O início desse processo se dá na etapa de geração, onde as usinas brasileiras produzem a energia.

Essa energia é transportada pelas empresas transmissoras para os grandes centros de consumo, como as cidades, e lá são distribuídas pela empresa distribuidora local. Por fim, a energia é consumida nas UCs - residências, comércios, indústrias, entre outros. A Figura 2.10 ilustra todo o caminho que a energia percorre até ser consumida pelos consumidores finais.

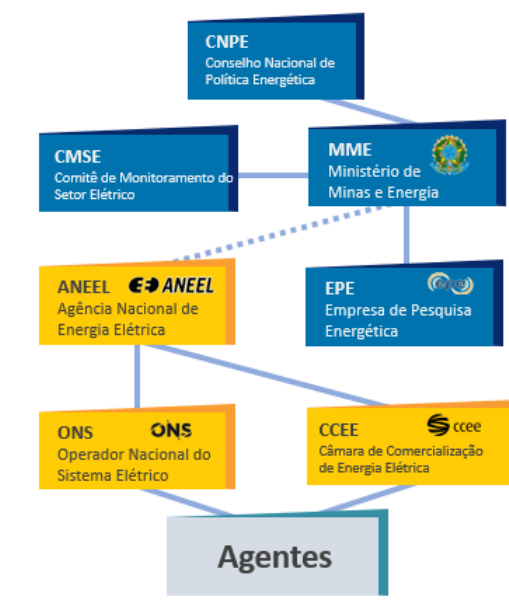
Figura 2.10 – O caminho da energia elétrica



Fonte: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

Por se tratar de um sistema de alta complexidade, existem diversas instituições que participam do setor e que garantem que a energia seja entregue em todo o país com qualidade e segurança. A Figura 2.11 mostra cada uma dessas instituições e como são interligadas.

Figura 2.11 – Modelo institucional do setor elétrico



Fonte: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

2.2.1.1 Conselho Nacional de Política Energética

Presidido pelo Ministro de Minas e Energia, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) é o órgão responsável pela definição da política energética do país e suas diretrizes [BRASIL, 1997b]. É o principal órgão de assessoramento do Presidente da República e assegura que todas as áreas do país sejam devidamente contempladas pela energia. Além disso, é também o responsável pela revisão da matriz energética nacional, garantindo o melhor aproveitamento dos recursos energéticos do país [MME, 2023b].

2.2.1.2 Ministério de Minas e Energia

Outra instituição ligada à Presidência da República é o MME. Dentre as suas responsabilidades se encontram a gestão, o planejamento e o desenvolvimento da legislação do setor. É quem controla e supervisiona a execução das políticas direcionadas ao desenvolvimento energético do país, traçadas pelo CNPE [MME, 2023c].

2.2.1.3 Empresa de Pesquisa Energética

Se o CNPE e o MME definem e desenvolvem as políticas energéticas do país, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) é a instituição que providencia os dados e estudos de implantação dessas políticas. A EPE é empresa pública federal, dependente do Orçamento Geral da União e criada por meio de medida provisória convertida em lei pelo Congresso Nacional - Lei 10.847, de 15 de Março de 2004 [BRASIL, 2004a] [EPE, 2023e].

2.2.1.4 Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

Também ligado ao MME, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) é o órgão que acompanha e avalia permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional. Como determinado pela Lei 10.848/2004 [BRASIL, 2004b], o CMSE tem como objetivo identificar dificuldades de caráter técnico, comercial, institucional e outros que afetem, ou possam afetar, a regularidade e a segurança de abastecimento e atendimento à expansão dos setores de energia [MME, 2023a].

2.2.1.5 Agência Nacional de Energia Elétrica

Vinculada ao Ministério de Minas e Energia, a ANEEL - uma autarquia em regime especial - foi criada para regular e fiscalizar a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, seguindo as diretrizes do governo por meio da Lei nº 9.427/1996 [BRASIL, 1996] e do Decreto nº 2.335/1997 [BRASIL, 1997a].

Dentre as suas principais atribuições estão a aprovação das regras e procedimentos de comercialização de energia elétrica, a garantia do equilíbrio econômico-financeiro das concessões, a mediação dos conflitos entre os Agentes e a definição das tarifas de transporte e consumo - principal ponto deste trabalho. Além disso, por se tratar de uma agência reguladora independente, todas as suas tomadas de decisão se dão fora do âmbito político [ANEEL, 2023a].

2.2.1.6 Operador Nacional do Sistema Elétrico

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é a entidade responsável pela coordenação e controle das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN) e pelo planejamento da operação dos sistemas isolados do país. Atuando como uma associação civil sem fins lucrativos, o ONS foi estabelecido em 1998 e é regulamentado pela ANEEL [ONS, 2023].

Suas funções incluem realizar estudos e ações para gerenciar fontes de energia e a rede de transmissão, garantindo a segurança do suprimento elétrico em todo o país. O ONS busca otimizar a operação do sistema, assegurar o acesso não discriminatório à rede de transmissão para todos os agentes do setor elétrico e contribuir para a expansão do Sistema Interligado Nacional de maneira eficiente e operacionalmente sólida.

2.2.1.7 Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

Por fim, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) também é uma empresa privada sem fins lucrativos sob regulação da ANEEL. Suas principais atribuições se resumem à realização da contabilização e liquidação financeira do mercado de curto prazo, realizar leilões de energia delegados pela ANEEL, manter os registros dos contratos de comercialização e coletar os dados de medição.

2.2.2 Tarifa e o custo da energia

Entendido o modelo institucional e o funcionamento do setor elétrico, pode-se notar que todo o processo até a entrega e disponibilização da energia nas residências e outros consumidores é extremamente complexo e robusto, logo, é esperado que haja um grande custo relacionado. Esse custo é repassado aos consumidores pelo que chamamos de tarifa.

Como mencionado anteriormente, a definição dos valores da tarifa do mercado cativo - ou Ambiente de Contratação Regulada (ACR), ou seja, aqueles que são atendidos pelas distribuidoras locais - é feita pela ANEEL, que leva em conta três principais despesas: uso da energia (representada pela Tarifa de Energia (TE)), transporte até as unidades consumidoras (representada pela Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD)) e encargos setoriais [ANEEL, 2023b]

Além disso, são tributados também no valor final da tarifa os encargos de Programa de Integração Social (PIS), Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e Contribuição para Iluminação Pública (CIP). Outro elemento que integra a tarifa de energia são os adicionais das bandeiras tarifárias. Classificadas de acordo com os custos associados à geração de energia, pode ser

determinada como Verde, Amarela, Vermelho - Patamar 1 e Vermelha - Patamar 2, da menos custosa à mais custosa, respectivamente.

Dessa forma, a tarifa pode ser simplificada pela seguinte expressão [ANEEL, 2023b]:

$$Tarifa = TE + TUSD + Tributos + Bandeiras \quad (2.1)$$

Em que:

- TE: Tarifa de energia;
- TUSD: Tarifa de Uso do Serviço de Distribuição
- Tributos: valores de PIS, COFINS, ICMS e CIP incidentes; e
- Bandeiras: valor adicional relativo à bandeira vigente do período.

É importante mencionar que os encargos setoriais não são definidos pela ANEEL, mas instituídos por leis para viabilizar a implantação de políticas públicas no setor elétrico brasileiro. A incidência desses encargos pode ser somente sobre o custo da distribuição, enquanto outros estão embutidos nos custos de geração e de transmissão [ANEEL, 2023b].

2.2.3 Classes de consumo

Apesar do raciocínio da tarifa de energia se aplicar para todos os consumidores, existem diferenças significativas na maneira como essa energia é consumida para cada tipo de unidade. A quantidade e exigências de disponibilidade de energia elétrica de uma indústria é bem diferente das de uma residência, e essas diferenças são consideradas também no modelo tarifário brasileiro como as "classes de consumo".

Essas classes foram definidas em um primeiro momento pela Resolução 414/2010 da ANEEL, revogada a partir da publicação da Resolução 1000/2021 [ANEEL, 2021]. Dela define-se oito classificações diferentes para as unidades consumidoras de acordo com a atividade exercida e a finalidade de utilização de energia elétrica [ANEEL, 2021, Art. 174°]:

- Residencial;
- Industrial;
- Comércio, serviço e outras atividades;
- Rural;
- Poder público;

- Iluminação Pública;
- Serviço público; e
- Consumo próprio.

2.2.4 Grupos tarifários e modalidades tarifárias

Além das classes de consumo, os consumidores de energia também são divididos de acordo com a tensão de fornecimento de energia da unidade. Eles são classificados em dois grupos [ANEEL, 2021, Art. 2º]:

- Grupo A: grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão maior ou igual a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão menor que 2,3 kV; e
- Grupo B: grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão menor que 2,3 kV.

Para cada um desses grupos, existem modalidades tarifárias diferentes. Dentre elas, destacam-se:

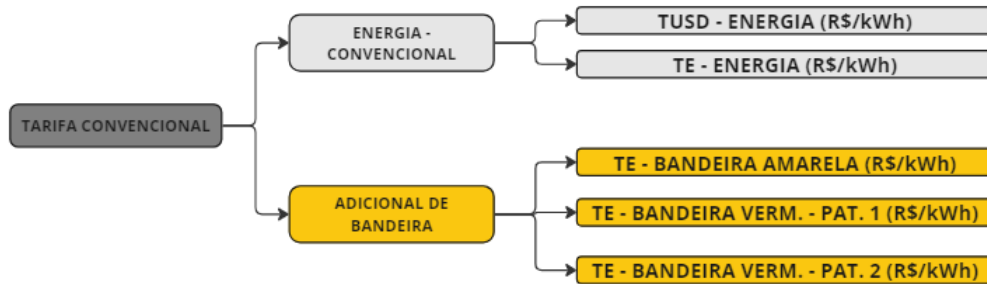
- Tarifa Convencional: A modalidade tarifária convencional é caracterizada por uma única tarifa para o consumo de energia, sem segmentação horária no dia [ANEEL, 2021, Art. 211º]. Os consumidores do grupo B são enquadrados automaticamente nessa modalidade.
- Tarifa Horária Branca (THB): caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia, sendo segmentada em três postos tarifários - ponta, fora de ponta e intermediário. Todos os consumidores podem optar serem enquadrados nessa modalidade, exceto as subclasses de baixa renda residencial, iluminação pública e faturamento por pré-pagamento.
- Tarifa Horária Verde (THV): caracterizada por uma tarifa para a demanda de energia contratada - sem segmentação horária - e duas tarifas de consumo de acordo com o posto tarifário de ponta e fora de ponta.
- Tarifa Horária Azul (THA): caracterizada por duas tarifas para a demanda de energia e duas tarifas de consumo de energia, de acordo com o posto tarifário de ponta e fora de ponta.

Além das tarifas de demanda e consumo, os consumidores do grupo A também são multados pelo Fator de Potência (FP) lido, tendo limite mínimo permitido o valor de 0,92, indutivo

ou capacitivo. Caso os consumos de energia reativa e potência reativa excederem o limite permitido, a multa de Energia Reativa Excedente (EREX) será incidida na conta.

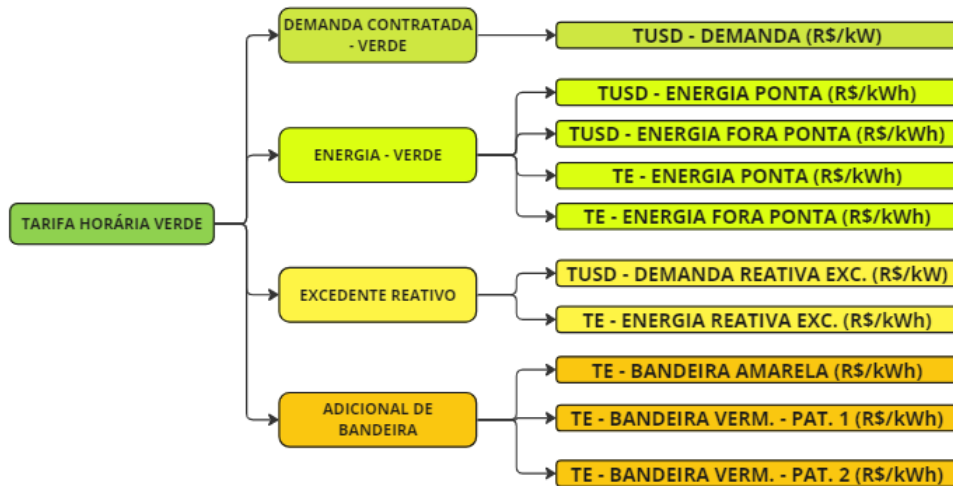
Por fim, as figuras 2.12, 2.13 e 2.14 apresentam cada uma das modalidades tarifárias vistas nesse subtópico, bem como cada fator que as compõe.

Figura 2.12 – Esquemático Tarifa Convencional



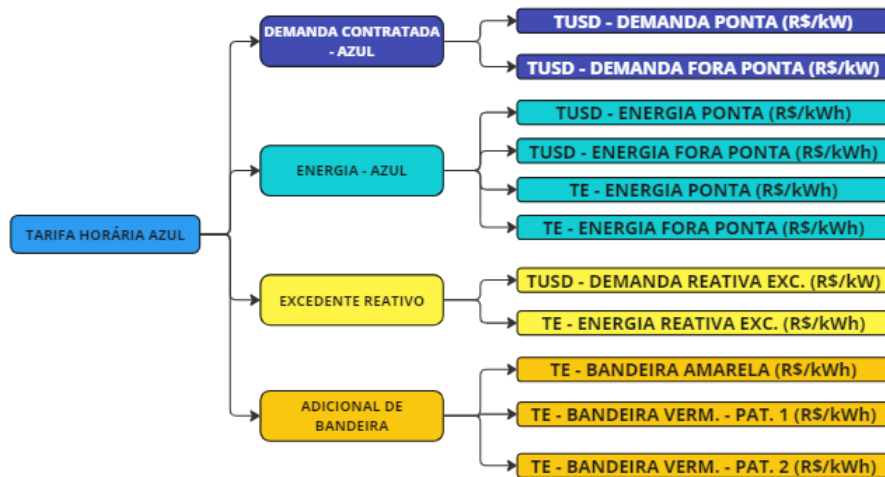
Fonte: adaptado de [PENA; SANTOS, 2020]

Figura 2.13 – Esquemático Tarifa Horária Verde



Fonte: adaptado de [PENA; SANTOS, 2020]

Figura 2.14 – Esquemático Tarifa Horária Azul



Fonte: Autoria própria

2.3 GESTÃO FINANCEIRA E GESTÃO ENERGÉTICA

Com a evolução da complexidade do funcionamento de empresas e instituições ao longo dos anos, a necessidade de se ter um controle cada vez maior de seus dados e operações aumentou vertiginosamente. A administração financeira é parte indispensável desse controle, visando proporcionar maior rentabilidade ao capital de uma organização, buscando coordenar melhor as entradas e saídas de caixa da empresa [PINHEIRO; PINHEIRO, 2022].

Diante dessa nova realidade, o gestor financeiro se insere como figura central das organizações e tem tido seu papel alterado de maneira drástica com as sequenciais inovações do mercado, o que cria novos desafios a sua gestão.

2.3.1 Desafios da gestão financeira nas universidades

A necessidade de preparação para o futuro e para as mudanças nos modelos de gestão escolar, em especial das IES e a necessidade de inovações, com ênfase para os sistemas inteligentes de gestão, é clara para as administrações das IES atualmente [COLOMBO; RODRIGUES, 2011].

Anteriormente tratado como mero registrador de dados, hoje o gestor financeiro tem um importante papel na geração de valor de uma organização. Para isso, ele deve se envolver na estratégia da instituição e desenvolver novas habilidades e ferramentas. Conhecedor do passado, analista das tendências e arquiteto do futuro, interagindo com todas as demais áreas da IES, especialmente no assessoramento e no apoio à gestão maior, são algumas das no-

vas características desse novo gesto financeiro, ou Chief Financial Officer (CFO) na língua inglesa [TAVARES; PAULA, 2023].

Outra novidade nas atribuições do CFO se nota no aumento da utilização de sistemas operacionais inteligentes e na interação com os responsáveis pela coleta e análise de dados. A tecnologia ajudou o CFO a racionalizar o tempo, economizar mão de obra gerar relatórios analíticos com facilidade e em tempo real. Essa evolução de papéis é ilustrada na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Comparativo da função do CFO: 2011-2020

De (agora)	Para (2020)
1. Processamento, compilação, correção e análise de relatórios de transações históricas	1. Relatórios associados às tomadas de decisões estratégicas, à criação de valor
2. Tempo gasto na harmonização de sistema de TI	2. Tempo ganho com a integração e o processamento imediato de sistemas de TI
3. Visão intrínseca (interna, rotineira)	3. Visão extrínseca (ambiente e estratégia)
4. Dispenseira de recursos financeiros	4. Prospectora de oportunidades valiosas

Fonte: Adaptado de [COLOMBO; RODRIGUES, 2011]

2.3.2 Importância do gestor financeiro no SIGE

Considerando as ideias expostas na seção anterior, fica nítida a necessidade da participação direta da administração financeira na construção e implementação de um SGE. As análises e dados disponibilizados por essa ferramenta se encaixam perfeitamente nas novas exigências desses gestores.

Além disso, segundo uma pesquisa sobre técnicas de visualização da informação na gestão financeira de universidades feita em 2017, os gestores destacaram a importância sobre ter um sistema que atenda às necessidades específicas para as atividades demandadas quanto à gestão do orçamento. Alguns dos requisitos funcionais para uma plataforma de visualização de dados que atenda aos CFOs são [SOUSA, 2017]:

- Importação de dados existentes
- Apresentar numa única tela as principais informações do orçamento;
- Possibilitar selecionar o nível hierárquico da informação (Unidade Gestora: Instituto, Campus ou Diretoria Sistêmica)
- Possibilitar a navegação através dos elementos/propriedades do orçamento
- Possibilitar a navegação através dos elementos/propriedades das despesas
- Permitir, a todos os usuários, acesso em todos os níveis hierárquicos afim de proporcionar comparações das informações de cada unidade
- Controle de usuários identificando o nível hierárquico que o usuário está diretamente ligado. Usar este nível para apresentar inicialmente as informações deste nível.

Todos esses requisitos podem facilmente ser adaptados para um SGE. Esse documento levará tais características como base para a construção das análises a serem implementadas no sistema atual da UnB.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão abordadas as metodologias utilizadas para a elaboração do trabalho, a lógica de definição dos indicadores e as ferramentas e dados utilizados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Para se alcançar aos objetivos traçados inicialmente neste trabalho, realizou-se um estudo de caso de abordagem quali-quantitativa. Esse tipo de abordagem se adequa às necessidades da pesquisa, pois estaremos conduzindo a análise de dados para uma aplicação extremamente específica, no caso, diretamente direcionada aos gestores da UnB.

Dessa forma, a metodologia utilizada partiu de uma adaptação daquela utilizada pelo Guia Referencial para Construção e Análise de Indicadores. Com a inserção de uma etapa de revisão literária e da participação direta de áreas interessadas - como a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) e o Decanato de Administração (DAF), atingiu-se uma maior base teórica e prática para a validação do processo.

3.2 FLUXOGRAMA DE CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES

O fluxograma apresentado na Figura 3.1 foi elaborado de forma a representar os passos seguidos para a elaboração dos relatórios finais propostos nesse trabalho.

Figura 3.1 – Fluxograma elaborado para o trabalho



Fonte: Autoria própria

3.2.1 Pré-análise dos objetos de estudo

A Universidade de Brasília possui 4 campi principais, os quais esse documento se propõe a abarcar: Campus Darcy Ribeiro, localizado na Asa Norte, Campus Faculdade UnB Gama (FGA), localizado no Gama, Campus Faculdade UnB Ceilândia (FCE), localizado em Ceilândia, e Faculdade UnB Planaltina (FUP), localizado em Planaltina.

O primeiro ponto importante da pré-análise desses campi é o levantamento da modalidade tarifária de cada uma das unidades. Portanto, será realizado o levantamento do Grupo Tarifário, Classificação da UCs e Modalidade Tarifária de cada um dos campi a partir de suas contas de energia. Este passo é importante pois a análise financeira depende diretamente da modalidade tarifária aplicada, como apresentado anteriormente no Capítulo 2.

Por se tratarem de consumidores de alta tensão, todos os 4 campi se enquadram no Grupo A, classificados no subgrupo de Poder Público. A respeito da modalidade tarifária, os campi FGA, FCE e FUP são todos enquadrados na THV, enquanto o campus Darcy Ribeiro se enquadra na THA, tendo como principal diferença a questão dos postos tarifários de demanda. A Tabela 3.1 resume os enquadramentos mencionados acima:

Tabela 3.1 – Enquadramentos tarifários dos campi

Campus	Grupo tarifário	Classificação	Modalidade Tarifária
Darcy Ribeiro	A	Poder Público	Azul
FGA	A	Poder Público	Verde
FCE	A	Poder Público	Verde
FUP	A	Poder Público	Verde

Além das informações básicas de cada campus, é necessário contextualizar sobre o atual SIGE UnB. Em sua concepção, o sistema receberia dados de 30 pontos de medição, exibidos na Tabela 3.2:

Tabela 3.2 – Localização dos pontos de medição

Campus	Local	Quantidade de medidores
Darcy Ribeiro	Biblioteca Central (BCE)	1
	Bloco de Sala de Aula Norte (BSAN)	1
	Casa do Estudante (CEU)	2
	Centro de Processamento de Dados (CPD)	2
	Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia (FACE)	1
	Faculdade de Tecnologia (FT)	3
	Laboratório de Estudos Geodinâmicos e Ambientais	1
	Hospital Veterinário (HVET)	1
	Instituto de Biologia (IB)	3
	Instituto Central de Ciências (ICC)	6
	Pavilhão Anísio Teixeira (PAT)	1
	Pavilhão João Calmon (PJC)	1
	Reitoria	1
SG-11	1	
Faculdade do Gama	Unidade de Ensino e Docência (UED)	2
	Unidade Acadêmica (UAC)	1
	Laboratório de Desenvolvimento de Transportes e Energias Alternativas (LDTEA)	1

Fonte: [ANGARITA et al., 2020]

Devido a problemas técnicos em alguns dos dispositivos, o sistema conta apenas com 6 pontos de medição em pleno funcionamento, sendo todos eles localizados na FGA, instalados junto aos inversores das plantas fotovoltaicas. Sua distribuição está representada na Tabela 3.3 e na Figura 3.2.

Tabela 3.3 – Plantas fotovoltaicas monitoradas

Campus	Planta fotovoltaica	Potência (kW)	Geração estimada (kWh)	Nº inversores totais	Nº inversores monitorados
Faculdade do Gama	LDTEA	128	17510	4	4
	MASP	18	2462	1	0
	UAC	104,73	14326	2	2
	UED	125	17100	2	0
	Praça	7,1	971	1	0

Figura 3.2 – Localização das plantas fotovoltaicas monitoradas



Fonte: Google Earth®

A respeito do funcionamento do SIGE UnB, o sistema exibe 4 painéis principais:

- **Medidores:** painel onde é possível visualizar as leituras individuais de cada dispositivo. As análises disponíveis neste painel são: status do dispositivo, corrente, custo, consumo, distorção harmônica de corrente, distorção harmônica de tensão energia capacitiva, energia indutiva, fator de potência, geração, potência aparente, potência ativa, potência reativa e tensão. Além disso, o sistema pode filtrar esses dados por período de tempo personalizado e mudar a visualização por dias ou por horas, como demonstrado nas figuras 3.4 e 3.5.
- **Custo Total:** painel destinado à exibição dos calculos de custos por medidor. Se encontra indisponível, não foi possível identificar a razão da indisponibilidade.
- **Curva de Carga:** painel destinado à exibição das curvas de carga de cada medidor. A curva de carga é uma coleção de registros dos valores de demanda ao longo do tempo, podendo ser medida horária ou diariamente. O painel também se encontra indisponível, mesma situação do painel de custo.
- **Relatórios:** painel destinado à exibição das principais informações de consumo, demanda, geração, dentre outras variáveis e utiliza as taxas definidas no contrato com a concessionária para calcular os custos associados, como mostra a Figura 3.6.

Figura 3.3 – Painel de início do SIGE UnB

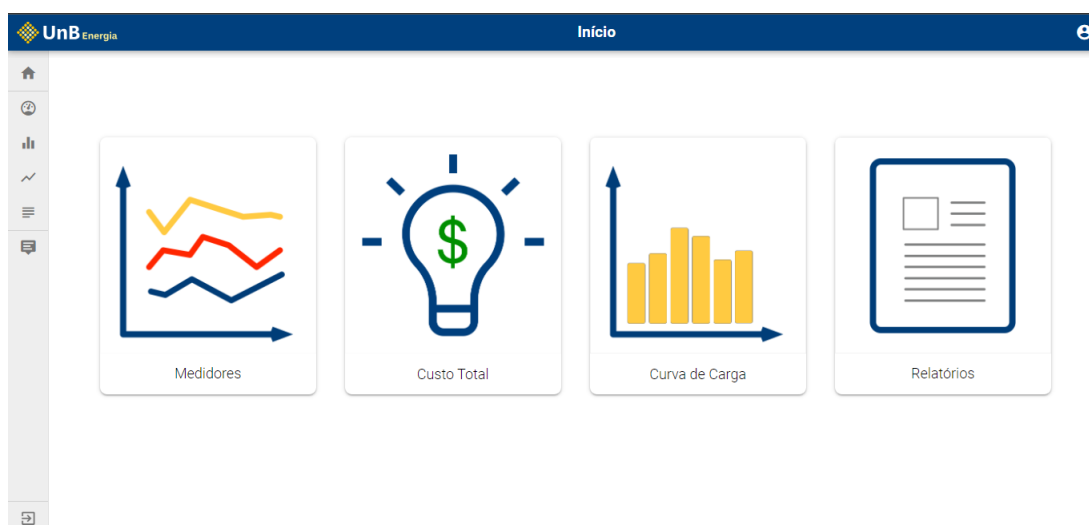


Figura 3.4 – Painel de seleção de medidores

UnB Energia		Medidores						
Campus ↑	Nome	Ocorrências			Grupos	Ativo	Modelo	
		Graves	Leves	Últ. 72h				
Faculdade do Gama	LDTEA 1	-	2	2	LDTEA	⚡	kron konect	
Faculdade do Gama	LDTEA 2	-	2	2	LDTEA	⚡	kron konect	
Faculdade do Gama	LDTEA 3	-	2	2	LDTEA	⚡	kron konect	
Faculdade do Gama	LDTEA 4	-	2	2	LDTEA	⚡	kron konect	
Faculdade do Gama	MASP 1	-	2	2	MASP	⚡	kron konect	
Faculdade do Gama	UAC 2	-	2	2	UAC	⚡	kron konect	
Faculdade do Gama	UAC 3	-	2	2	UAC	⚡	kron konect	
Faculdade do Gama	UED 2	-	2	2	UED	⚡	kron konect	
Faculdade do Gama	UED 3	-	2	2	UAC	⚡	kron konect	

Itens por página 15 1-9 of 9

Figura 3.5 – Painel de medição do dispositivo

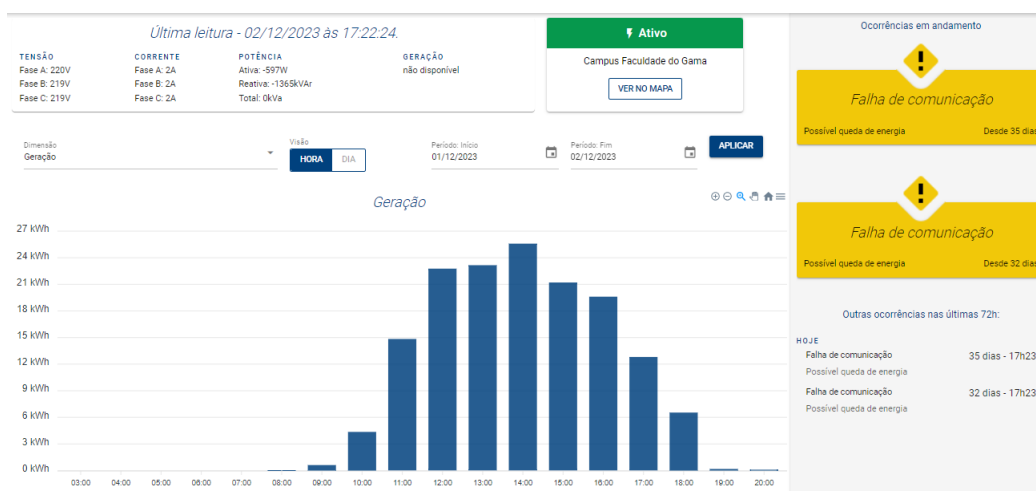
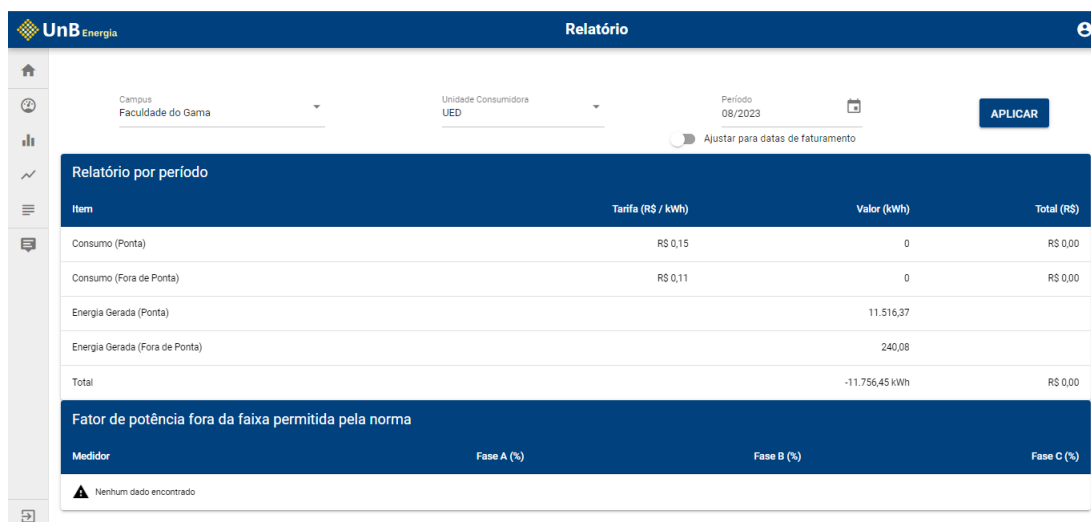


Figura 3.6 – Painel Relatório



3.2.2 Revisão da literatura

Para se obter um maior embasamento teórico e prático para a construção do relatório, foi realizada uma pesquisa de artigos, livros e documentos de caráter acadêmico. A revisão narrativa foi a metodologia de pesquisa escolhida para essa etapa, pois se trata de um tipo de abordagem de pesquisa que visa resumir e sintetizar o conhecimento existente sobre um determinado tópico [UNESP, 2015]. Foram buscadas referências que abordassem a implementação de SIGEs em IES com a utilização de IDEs para realizar análises financeiras dos custos com energia.

Os critérios de escolha para as referências selecionadas foram:

1. Praticidade: se o estudo se tratava de uma implementação prática, ou estudo de caso;
2. Confiabilidade: se o estudo se origina de uma fonte confiável com validação acadêmica/técnica; e
3. Compatibilidade: se as propostas e/ou análises feitas no estudo são adaptáveis para o cenário da UnB.

Ao final do levantamento, espera-se obter alguns exemplos de indicadores e análises para serem validadas junto às partes interessadas do projeto.

3.2.3 Definição do perfil do gestor

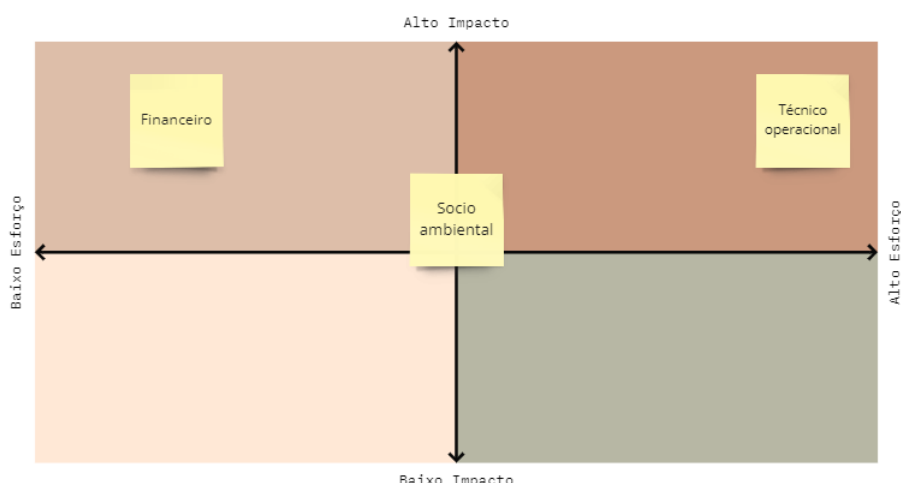
[WAHEED et al., 2011] estabelece que os impactos de um SGE podem ser medidos em 3 frentes: socio ambiental, econômicos e técnico operacionais. Portanto, pode-se inferir que essas são as três áreas principais que devem participar ativamente do funcionamento e gestão desses sistemas.

Esse trabalho considerou como foco majoritário o desenvolvimento de indicadores e relatórios para a área econômica/financeira da universidade. Isso se deve principalmente a dois fatores: maior disponibilidade de dados para o desenvolvimento das análises e maior perspectiva de impacto.

A escolha estratégica de concentrar esforços na área financeira foi embasada em uma análise da Matriz de Esforço x Impacto, ilustrada na Figura 3.7. Uma matriz de esforço x impacto é uma ferramenta de análise que auxilia na priorização de áreas ou atividades em um projeto, considerando o esforço necessário para implementação versus o impacto resultante. Ela ajuda a identificar onde alocar recursos de maneira mais eficiente, focando em áreas que oferecem o maior retorno em termos de benefícios ou impacto [GUIDE, 2001].

A área financeira foi identificada como tendo um alto potencial de impacto, uma vez que as práticas eficientes de gestão energética podem resultar em significativas economias financeiras. Além disso, a mensuração de indicadores financeiros, como redução de despesas com energia, retorno sobre investimento (ROI) e custos evitados, é mais tangível e fácil de comunicar.

Figura 3.7 – Matriz Esforço x Impacto



Essa abordagem também está alinhada com os objetivos organizacionais, uma vez que muitas instituições priorizam a sustentabilidade financeira. Ao focalizar na área financeira do SIGE, estamos contribuindo para o alcance desses objetivos estratégicos, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões relacionadas a investimentos em eficiência energética e orçamento para energia.

Dessa forma, a escolha da área econômica/financeira como foco deste trabalho visa não apenas otimizar os recursos disponíveis, mas também impactar positivamente o desempenho econômico da universidade, alinhando-se às melhores práticas de gestão energética e às metas institucionais.

3.2.4 Construção e validação dos indicadores e análises

Selecionado e avaliado o perfil do gestor financeiro como o foco principal, e a partir do levantamento de referências anterior, pôde-se então construir indicadores e análises coerentes a sua forma de gestão particular.

O diagrama da Figura 3.8 apresenta o raciocínio utilizado na construção dos indicadores. Além disso, a construção e levantamento dos indicadores foi feita junto à equipe do DAF, visando a maior validação e coerência possível.

Figura 3.8 – Fluxograma seguido para a construção dos indicadores



3.2.5 Construção das telas do relatório

A construção das telas do relatório foi elaborada a partir dos objetivos de análise traçados. Para cada objetivo, há uma tela associada, cujos indicadores estão dispostos de forma a facilitar a visualização e interpretação dos dados.

Além disso, os níveis de visualização dos dados foram adaptados para filtros interativos, dando um maior controle ao gestor sobre a análise dos dados disponíveis.

3.3 DADOS UTILIZADOS

Para o cálculo dos indicadores relacionados, foram utilizadas duas principais fontes de dados: as contas de energia disponibilizadas pela instituição e o banco de dados dos medidores conectados.

O levantamento das contas de energia foi feito manualmente, anotando-se as variáveis escolhidas para o cálculo dos indicadores selecionados. Já com relação aos dados dos medidores, foi realizado um processamento dos dados a fim de se remover valores discrepantes (outliers); interpolar valores ausentes e reamostrar a produção por mês.

Como o trabalho se propõe a realizar uma simulação de um novo relatório a ser implementado no SIGE UnB, o levantamento desses dados se restringiu ao período de maio de 2023 a agosto de 2023. Esse período foi escolhido pois os medidores só apresentavam dados desde o mês de junho de 2023 e a última conta de energia disponível a tempo hábil para a finalização do trabalho foi a de agosto.

Em um cenário ideal, seria interessante que a análise fosse feita com dados abrangendo um período de 12 meses consecutivos, assim poderiam ser gerados relatórios mais completos e análises mais precisas. Porém, o período escolhido ainda pode ser considerado uma boa base para a proposta de um modelo de relatório, pois considera-se que a quantidade de dados disponíveis não alterará a qualidade das análises.

3.4 PLATAFORMAS UTILIZADAS

3.4.1 Microsoft Excel®

O Microsoft Excel® é uma ferramenta de planilha eletrônica da Microsoft, amplamente utilizada para organizar, analisar e visualizar dados. Neste trabalho, ele foi utilizado para a coleta dos dados resgatados das contas de energia e dos medidores.

3.4.2 Microsoft Power BI®

O Microsoft Power BI® é uma poderosa ferramenta de análise de dados e visualização, desenvolvida pela Microsoft. Projetado para transformar dados brutos em insights acionáveis, o Power BI oferece recursos avançados de criação de relatórios interativos e painéis dinâmicos. Neste trabalho, ele foi utilizado para a análise dos dados levantados, de forma a simular uma futura tela de relatório a ser implementada no SIGE da UnB.

4 RESULTADOS

4.1 INDICADORES E ANÁLISES SELECIONADAS

A partir da execução do fluxograma apresentado em 3.2.4, foram definidos 3 objetivos e selecionados 7 indicadores, como ilustrado na Tabela 4.1. A seguir, será apresentada uma análise de cada um desses indicadores.

Tabela 4.1 – Indicadores escolhidos

Objetivo da Análise	Indicadores relacionados	Variáveis do indicador	Nível de visualização dos dados	Modo de visualização dos dados
Discriminar despesas com energia na universidade	Composição da despesa total com energia elétrica	Consumo fora de ponta (R\$)	Por campus + por uc	Gráfico de colunas empilhadas
		Consumo na ponta (R\$)		
		Demanda de potência (R\$)		
		Excedente reativo (R\$)		
		CIP (R\$)		
		Bandeiras tarifárias (R\$)		
		Crédito por violação de continuidade (R\$)		
	Crédito por geração de energia (R\$)			
Tarifa média/mês	Tarifas de energia das uc's (R\$)	Tabela		
Acompanhar a economia das usinas instaladas	Economia real/mês	Geração registrada nos medidores (kWh) (R\$)	Por campus + por planta	Gráfico de colunas + linha
	Economia aparente/mês	Geração da conta de energia (kWh) (R\$)		Gráfico de colunas + linha
Identificar oportunidades de cortes de gastos e ganhos de valor	Multas totais com energia reativa excedente (EREX)	Multas com energia reativa excedente (R\$)	Por campus + por uc	Gráfico de barras
	Consumos e despesas com energia elétricas na ponta e fora de ponta/mês	Consumo fora de ponta (kWh) (R\$)		Gráfico de colunas + linha
		Consumo na ponta (kWh) (R\$)		
	Valores de demanda de potência das unidades consumidoras/mês	Demanda ultrapassada (kW)		Gráfico de colunas empilhadas + linha
		Demanda medida (kW)		
		Demanda contratada (kW)		
	Demanda faturada (kW)			

4.1.1 Objetivo 1: Discriminar despesas com energia na universidade

Como abordado em 2.3.1, um dos grandes desafios da gestão financeira nas instituições de ensino hoje se encontra justamente no gerenciamento e identificação de seus custos. Portanto, o primeiro objetivo traçado busca análises que possam atender a essa necessidade.

Foram relacionados 2 indicadores principais para se analisar esse objetivo de forma clara e simples: a composição da despesa total com energia elétrica, ou seja, a identificação dos custos e economias presentes na conta de energia (custo com consumo, demanda, CIP, etc), e o monitoramento das médias de tarifas mensais.

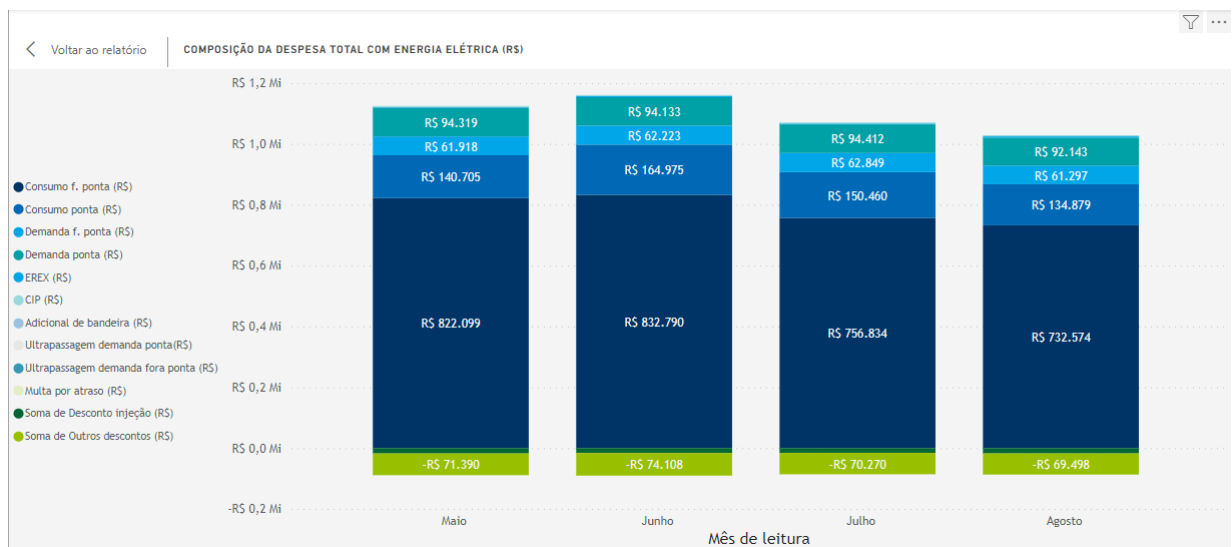
4.1.1.1 Composição da despesa total com energia elétrica

A composição da despesa total com energia elétrica foi calculada a partir do levantamento dos seguintes custos/descontos nas contas as quais se teve acesso:

- Consumo fora de ponta;
- Consumo na ponta
- Demanda de potência (na ponta e fora de ponta);
- Multas de excedente reativo;
- Valor da contribuição de iluminação pública;
- Acréscimos de bandeiras tarifárias (nulo para o período analisado);
- Créditos por violação de continuidade (nulo para o período analisado); e
- Crédito por geração de energia (injeção na rede).

Esses dados foram organizados em um gráfico de colunas empilhadas e destrinchadas por cada mês de referência. Dessa forma, buscou-se uma visualização que possibilite ao gestor ter uma noção visual da representação percentual de cada custo em relação ao todo. A Figura 4.1 apresenta o gráfico das despesas totais dos 4 campi, sem nenhuma filtragem adicional.

Figura 4.1 – Despesas totais com energia elétrica por mês - Geral



Pode-se notar que o custo total com energia elétrica da UnB foi de aproximadamente R\$ 4,38 milhões de reais entre maio e agosto de 2023. Houve uma queda de 8,92% entre as

despesas totais de maio a junho e julho a agosto. Essa redução tem como principal fator o período das férias, pois com a queda no número de estudantes, consome-se menos energia.

Essa tese é reafirmada quando notamos que o principal custo em todos os meses é o consumo de energia. Enquanto todos os outros custos tiveram uma queda menor a 5% entre os meses de junho e agosto, os gastos com consumos de ponta e fora de ponta apresentaram uma queda de 13%.

É nítido também como é o grau de representatividade dos custos da universidade. Em ordem, os maiores custos com energia são os gastos com consumo fora de ponta, consumo na ponta, demanda na ponta e demanda fora de ponta. Esses 4 custos representam em média 99,26% do custo total com energia elétrica nos campi analisados.

Não foi registrada nenhuma multa por atraso de pagamento, nem valores adicionais de bandeiras tarifárias ou ultrapassagem de demanda. Isso demonstra que a execução das despesas com energia elétrica estão ocorrendo sempre dentro dos prazos e que o contrato de demanda das unidades está de acordo com as necessidades da universidade, como será reforçado posteriormente nesse documento.

Outro ponto interessante que podemos analisar é com relação aos descontos oriundos da geração de energia e, principalmente, de isenções de alguns dos tributos abordados em 2.2.2. Apenas através dessas duas reduções, a UnB pôde economizar mais de R\$ 352 mil reais na conta de energia. Apenas a isenção de tributos como ICMS, CIP, entre outros, representou praticamente 80% desse valor.

Com relação à redução com injeção de energia a partir das usinas solares, pelo levantamento das informações apresentadas na conta podemos chegar à conclusão de que foram economizados mais de R\$ 67 mil reais, porém, este valor não representa a economia real. Para se entender esse ponto, é necessário estabelecer a diferença entre energia gerada e energia injetada.

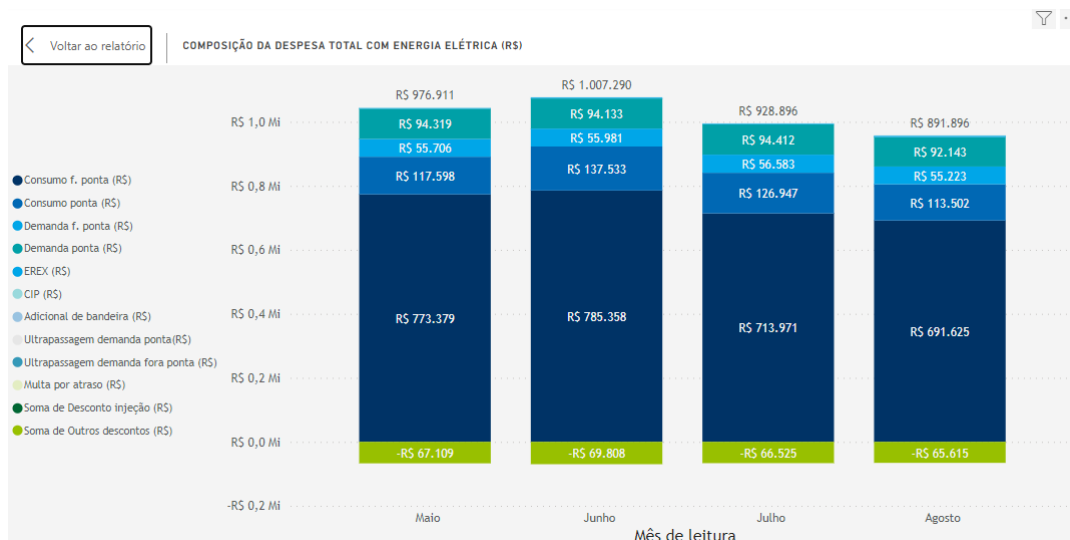
A energia gerada pode ser definida como toda a energia produzida a partir dos módulos fotovoltaicos e utilizada de forma simultânea no sistema. Já a energia injetada, se trata apenas do excedente entre o que foi gerado e o que foi consumido, sendo registrada pelo medidor bidirecional da concessionária e abatido na conta de energia final [PERNAMBUCO, 2023].

Portanto, esse valor de economia se trata apenas da economia com a injeção de energia, não levando em conta a totalidade da energia gerada. Essa análise será aprofundada em 4.1.2.

Utilizando as filtragens por campus, podemos também observar a distribuição de despesas e economias para cada caso particular. Como esperado, o campus Darcy Ribeiro representa a maior parcela dos custos, 92,8% das despesas totais, e também dos descontos, 76,3%. Com relação aos descontos, não foram levantadas reduções a partir da injeção de energia, o que não significa que não há economia por meio das usinas instaladas no local,

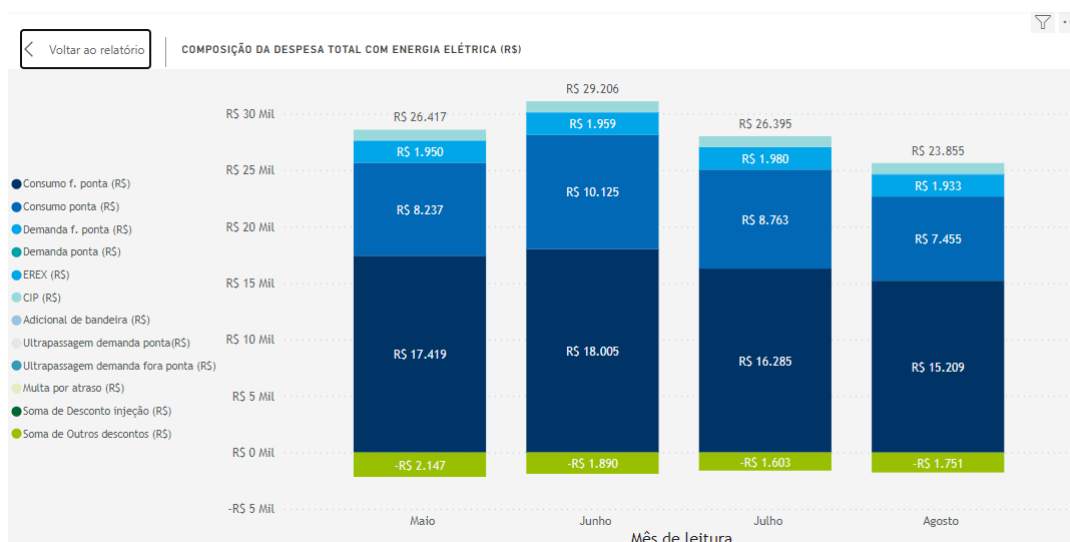
apenas mostra que a geração não é capaz de gerar excedente em nenhum momento do dia. As despesas relacionadas ao campus Darcy Ribeiro estão ilustradas na Figura 4.2.

Figura 4.2 – Despesas totais com energia elétrica por mês - Darcy Ribeiro



A FUP se apresenta como o 2º campus com a maior despesa, 2,7% do total. Entretanto, essa é a unidade com os menores descontos registrados, tanto em termos percentuais como absolutos (apenas R\$ 7,4 mil reais). Também não foi registrada nenhuma injeção de energia, caso semelhante ao Darcy. As despesas relacionadas ao campus FUP estão ilustradas na Figura 4.3.

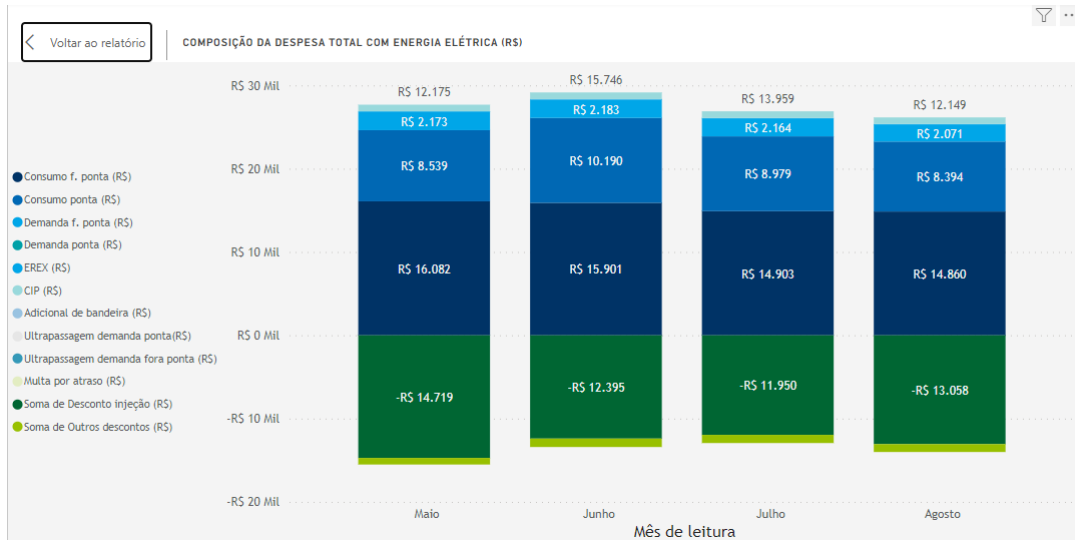
Figura 4.3 – Despesas totais com energia elétrica por mês - Planaltina



A FGA apresentaria despesas semelhantes à FUP, porém devido ao grande valor de ener-

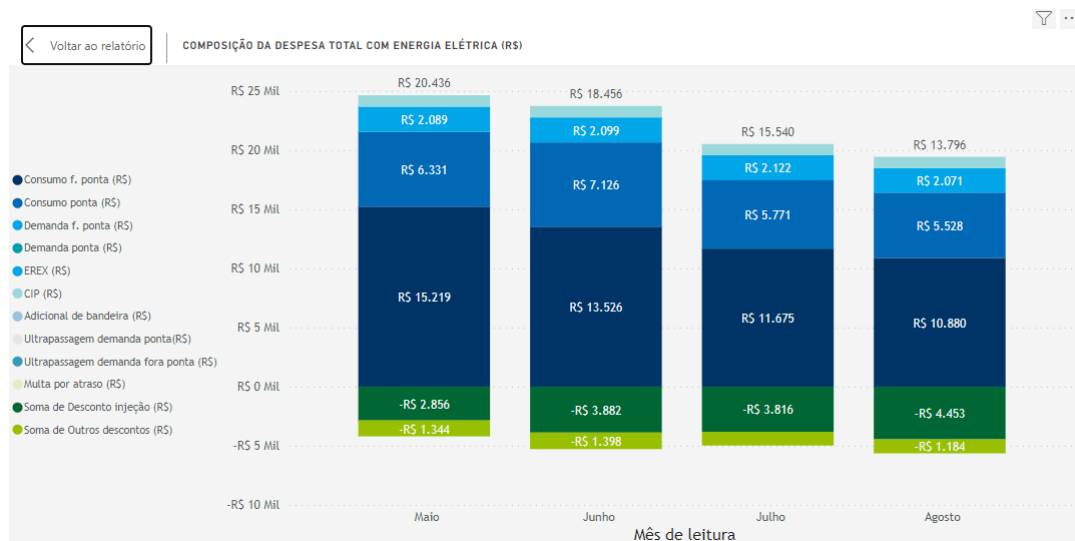
gia gerada, esse acaba sendo o campus mais autosustentável da universidade. Dos R\$ 55,8 mil reais de economia, a injeção de energia representa 93,3%. As despesas relacionadas ao campus FGA estão ilustradas na Figura 4.4.

Figura 4.4 – Despesas totais com energia elétrica por mês - Gama



Já o campus da FCE tem as menores despesas totais com energia elétrica entre os 4. Também foi verificada uma pequena quantidade de injeção de energia. As despesas relacionadas ao campus FCE estão ilustradas na Figura 4.5.

Figura 4.5 – Despesas totais com energia elétrica por mês - Ceilândia



4.1.1.2 Tarifa média

Foram registradas todas as tarifas de consumo de energia de todas as contas de energia encontradas. Para se proporcionar uma melhor percepção o preço da energia consumida, foram feitas as médias simples de todas as tarifas registradas.

Esses dados foram organizados em formato de tabela, possibilitando uma visualização direta de cada um dos valores. A Figura 4.6 apresenta a tabela de tarifas médias de consumo dos 4 campi, sem nenhuma filtragem adicional.

Figura 4.6 – Tarifas de consumo médias por mês

Mês de leitura	Média de Tarifa fora de ponta (R\$/kWh)	Média de Tarifa ponta (R\$/kWh)
Julho	R\$ 0,62	R\$ 1,49
Junho	R\$ 0,61	R\$ 1,48
Maio	R\$ 0,61	R\$ 1,47
Agosto	R\$ 0,60	R\$ 1,46
Total	R\$ 0,61	R\$ 1,47

Portanto, nota-se que as tarifas não apresentam uma flutuação relevante ao longo dos meses. Como explicado em 2.2.2, os horários de ponta são significativamente mais caros que os horários fora de ponta, em média 141% maiores.

Ao se utilizar as filtragens de campus, podemos notar que os valores das tarifas da FGA, FCE e FUP são os mesmos, médias de 0,61 R\$/kWh e 1,67 R\$/kWh para fora de ponta e ponta, respectivamente (ilustrado na Figura 4.7). Em contraste às tarifas das outras unidades, a tarifa do horário na ponta do campus Darcy Ribeiro é significativamente menor, apenas 0,88 R\$/kWh em média, como se pode ver na Figura 4.8. Isso se deve à diferença na modalidade tarifária desse campus, sendo o único enquadrado na modalidade azul.

Figura 4.7 – Tarifas de consumo médias por mês - FGA, FUP e FCE

Mês de leitura	Média de Tarifa fora de ponta (R\$/kWh)	Média de Tarifa ponta (R\$/kWh)
Maio	R\$ 0,61	R\$ 1,67
Junho	R\$ 0,61	R\$ 1,67
Julho	R\$ 0,62	R\$ 1,69
Agosto	R\$ 0,60	R\$ 1,65
Total	R\$ 0,61	R\$ 1,67

Figura 4.8 – Tarifas de consumo médias por mês - Darcy Ribeiro

Mês de leitura	Média de Tarifa fora de ponta (R\$/kWh)	Média de Tarifa ponta (R\$/kWh)
Maio	R\$ 0,61	R\$ 0,87
Junho	R\$ 0,61	R\$ 0,88
Julho	R\$ 0,62	R\$ 0,89
Agosto	R\$ 0,60	R\$ 0,87
Total	R\$ 0,61	R\$ 0,88

4.1.2 Objetivo 2: Acompanhar a economia das usinas instaladas

Outro objetivo de interesse dos gestores está no desempenho das principais ações de EE implementadas na universidade, dentre elas as usinas fotovoltaicas. É de suma importância o acompanhamento dos resultados dessas ações para que os gestores possam propor melhorias e também facilitem a aprovação de novos projetos.

Essa análise será feita a partir de 2 indicadores: economia e geração real por mês e economia e geração aparente por mês. A partir da análise e da comparação entre esses indicadores, espera-se proporcionar uma percepção completa com relação à geração de energia.

Vale ressaltar que somente serão considerados os dados relativos ao campus FGA e com período de junho a agosto. Essa limitação se deve à necessidade do uso dos dados dos medidores de energia, que estão instalados diretamente nos inversores das usinas desse campus apenas.

4.1.2.1 Economia e geração real por mês na FGA

A economia e geração real por mês foi calculada a partir dos dados dos medidores instalados na FGA. Primeiramente foram extraídos os dados de geração de cada um dos dispositivos e agrupados por mês de leitura. A partir disso, foi realizado o seguinte cálculo para a obtenção da economia mensal de cada mês:

$$Economia_{real} = Energia_{gerada} * Tarifa_{fp} \quad (4.1)$$

Onde:

- $Economia_{real}$: economia real mensal medida no dispositivo (R\$);
- $Energia_{gerada}$: energia gerada mensal medida no dispositivo (kWh); e
- $Tarifa_{fp}$: tarifa de consumo no horário fora de ponta mensal levantada na conta de energia (R\$/kWh)

Por fim, todas as informações foram organizadas em um gráfico de colunas empilhadas e destrinchadas por mês de referência. Dessa forma, buscou-se uma visualização que possibilite ao gestor ter uma noção visual da contribuição de cada inversor e planta na geração total. A Figura 4.9 apresenta o gráfico da economia e geração real aferida pelos 6 dispositivos medidores de energia instalados.

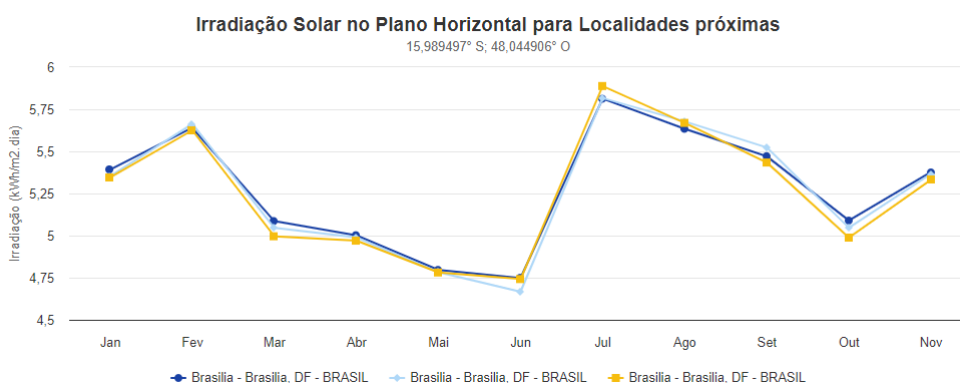
Figura 4.9 – Economia e geração real por mês na FGA



Observa-se, portanto, que entre os meses de junho e agosto, foi mensurado uma geração total de 76,1 mil kWh considerando-se apenas os 6 inversores monitorados, o que equivale a uma economia de R\$ 46,6 mil. Esse valor é 24,6% maior que toda a energia injetada no campus, mesmo levando-se em conta que os inversores das plantas do MASP e UED não estão sendo monitorados. Isso mostra que o real impacto das gerações solares é bem maior que apenas o excedente informado nas contas de energia.

A flutuação na geração observada entre os meses pode ser consequência da variação da irradiação solar no local. Utilizando dados de irradiação disponibilizados pelo Centro de Referência para as Energia Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB) do ano de 2017, podemos identificar que há um aumento na irradiação solar neste período do ano, como ilustrado na Figura 4.10.

Figura 4.10 – Histórico de irradiação solar nas localidades próximas à FGA



Fonte: [CRESESB, 2017]

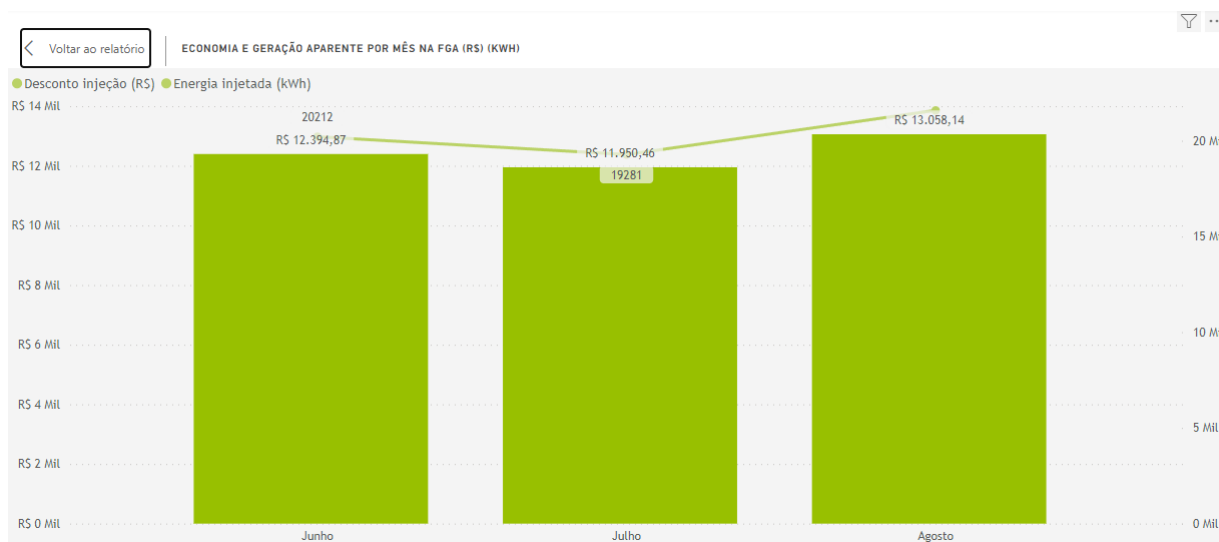
Com relação à contribuição de cada inversor, os inversores da planta do LDTEA geraram a maior quantidade de energia no período, 41,6 mil kWh (54,7% do total monitorado). Isso já era esperado, pois como apontado na Tabela 3.3, essa é a planta com a maior potência instalada entre todas.

Já a planta da UAC foi responsável pela geração dos 45,3% de energia restantes. A média de geração por mês foi de aproximadamente 11,5 mil kWh, 20% abaixo da geração estimada na Tabela 3.3. Também foi notada uma diferença nessa mesma ordem entre a média de geração aferida e estimada para a planta do LDTEA. Essa redução pode ser explicada por diversos fatores, como a variação da irradiação solar já mencionada, como também a perda de eficiência natural do sistema ao longo do tempo.

4.1.2.2 Economia e geração aparente por mês na FGA

A análise de economia e geração aparente por mês foi feita a partir do levantamento das informações das contas de energia da FGA. Foram anotados todos os valores de energia injetada na rede e realizado o mesmo cálculo da Equação 4.1. O resultado pode ser visto na Figura 4.11.

Figura 4.11 – Economia e geração aparente por mês na FGA



Além da diferença entre o valor da energia gerada e aparente mencionada anteriormente, pode-se constatar que há uma redução entre a injeção dos meses de junho e julho que não se apresenta no gráfico da Figura 4.9. Essa é outra amostra de como o perfil de geração e injeção de um estabelecimento difere entre si.

4.1.3 Objetivo 3: Identificar oportunidades de cortes de gastos e ganhos de valor

Por fim, o último objetivo dos relatórios traçado pelos gestores da universidade se resume na análise de indicadores que auxiliem a identificação de oportunidades, seja de corte de gastos ou ganhos de valor. Foram construídos, portanto, 3 indicadores relacionados a esse objetivo:

- Multa de EREX por campus
- Consumo de energia por mês
- Demanda de energia por mês

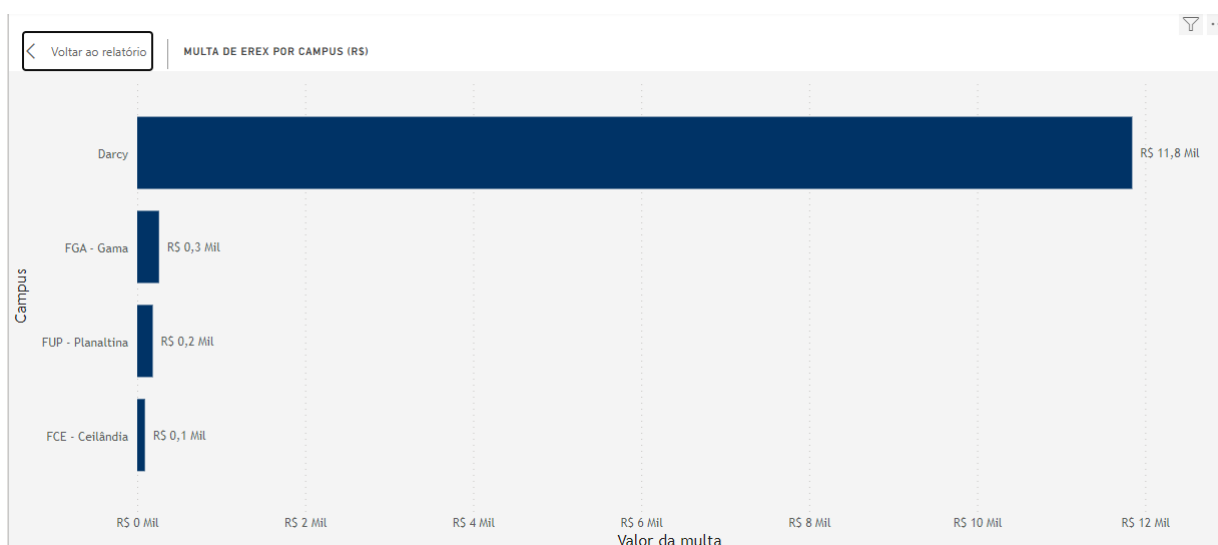
Todas as análises supracitadas foram construídas a partir do levantamento das informações disponíveis nas contas de energia dos 4 campi.

4.1.3.1 Multa total com EREX

Como mencionado em 2.2.4, a multa de excedente reativo, ou EREX, é uma das multas que constitui a conta de energia de consumidores do Grupo A. Essa multa é uma penalidade dada pelas concessionárias para os consumidores que apresentam um fator de potência abaixo do limite estabelecido pela ANEEL, de 0,92. O fator de potência é a relação entre a potência ativa, reativa e aparente [SEBRAE, 2023].

A Figura 4.12 apresenta os valores da multa presentes nas contas de energia de cada um dos 4 campi da UnB.

Figura 4.12 – Multa de EREX por campus

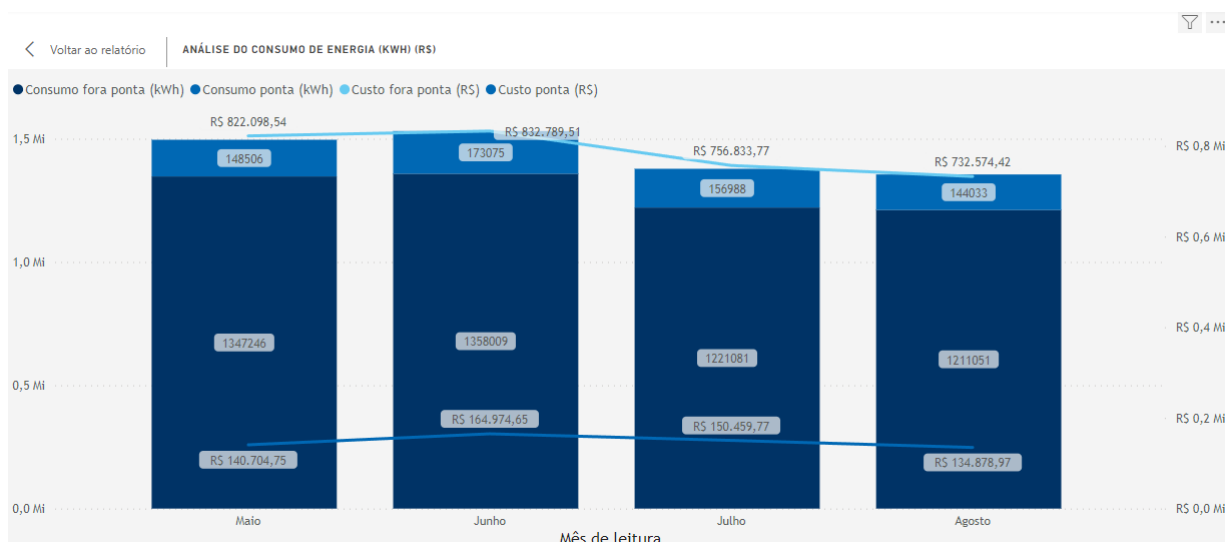


Analisando o gráfico, percebe-se que o campus Darcy Ribeiro apresenta a maior penalidade entre os campi, representando 95,6% do valor total da multa. Portanto, há um grande potencial de redução do valor dos custos de energia dessa unidade, apenas pelo tratamento e controle de seu fator de potência. Existem várias possibilidades de soluções para esse controle, desde a instalação de bancos de capacitores ao redimensionamento dos motores utilizados no campus, porém, é necessário um estudo específico para se chegar à melhor solução.

4.1.3.2 Consumos e despesas na ponta e fora de ponta

A partir do levantamento dos valores de consumo na ponta e fora de ponta e seus respectivos custos, foi construído o gráfico exposto na Figura 4.13.

Figura 4.13 – Análise do consumo de energia por mês



O consumo total verificado no período foi de aproximadamente 5,76 milhões de kWh. Ademais, 90% dessa energia foi consumida nos horários fora de ponta e 10% nos horários na ponta.

Assim como evidenciado nas análises das despesas totais da Figura 4.1, percebemos que o consumo de energia reflete exatamente o mesmo comportamento de variação nos meses analisados. Ademais, aplicando a filtragem por campus, também podemos perceber que as unidades com maior despesa são também as que apresentam o maior consumo: Darcy Ribeiro com o maior consumo (93,9% do total), seguido da FUP (2,3%), FGA (2,1%) e FCE (1,2%).

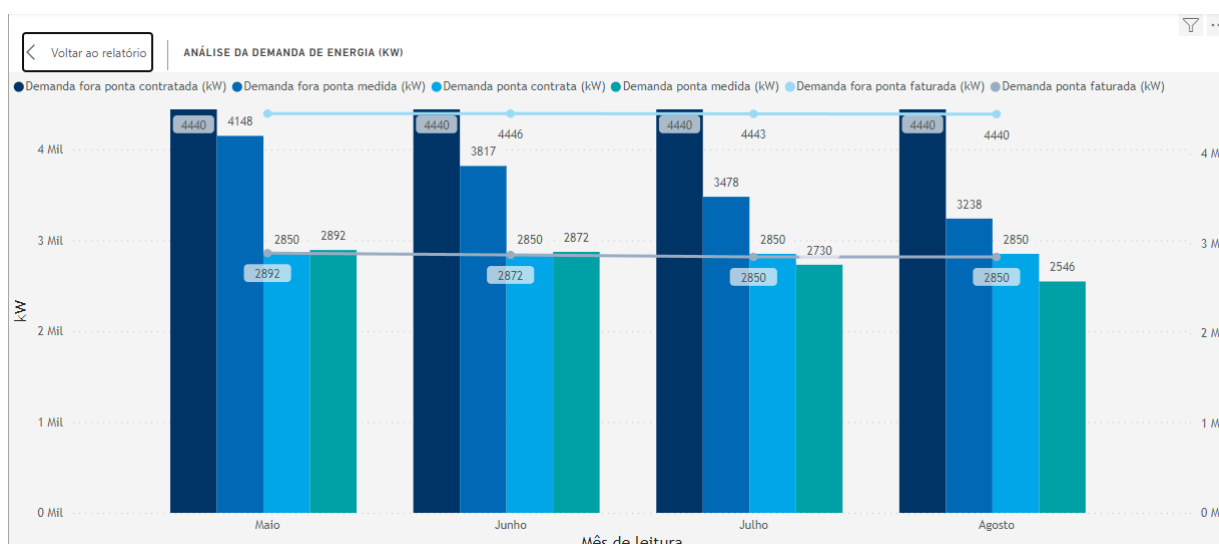
Esse tipo de análise é interessante para, por exemplo, auxiliar os gestores a identificarem onde está o maior potencial de redução de consumo e ajustarem as prioridades de implemen-

tações de projetos de EE. Dessa forma, pode-se gerar um resultado que impacte de maneira mais significativa tanto as finanças da universidade, quanto o papel da UnB no estímulo ao desenvolvimento sustentável frente à sociedade.

4.1.3.3 Valores de demanda de potência das unidades consumidoras

Uma boa gestão energética passa pelo monitoramento e análise rotineira dos contratos de demanda de uma instalação. Essa análise pode ser feita a partir de 3 informações básicas: qual foi a demanda medida, qual o valor estabelecido no contrato e quanto foi faturado na conta de energia. A fim de facilitar essa análise, foi proposto o seguinte gráfico, ilustrado na Figura 4.1.3.3.

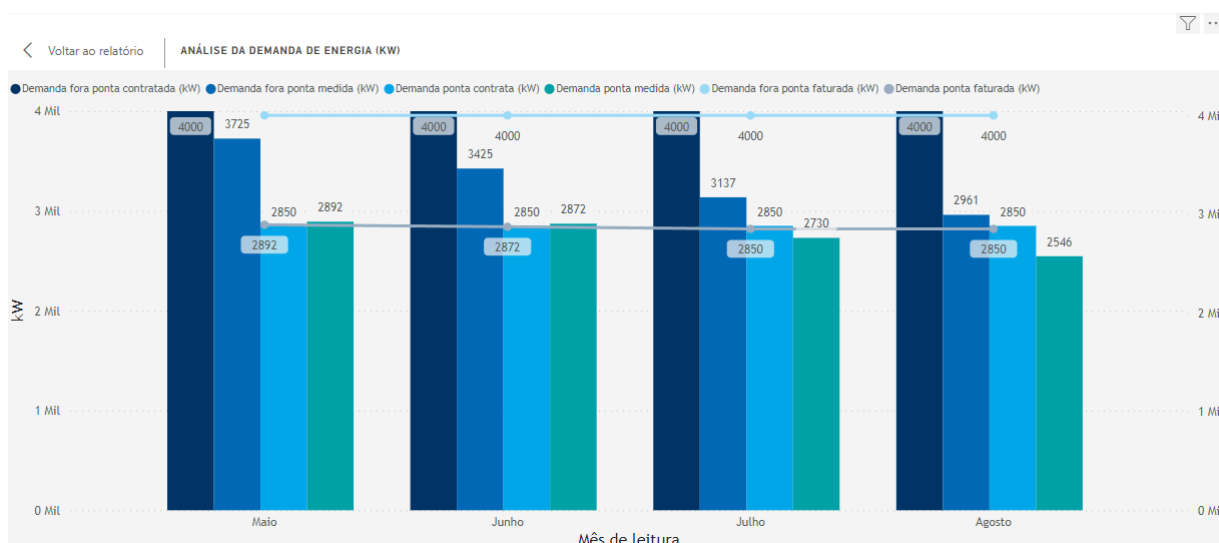
Figura 4.14 – Análise da demanda de energia por mês - Geral



Se analisarmos a demanda de energia num contexto geral - englobando todos os 4 campi - podemos constatar que os contratos estão atendendo quase perfeitamente toda a demanda da universidade. O faturamento total de demanda excedeu em apenas 79 kW a demanda total contratada, o que representa um excedente inferior a 0,01%.

Utilizando as filtragens de campus no painel, podemos perceber as particularidades de cada cenário. No caso do Darcy Ribeiro, como esperado, apresenta a maior demanda faturada entre as unidades, cerca de 93,9% do total (Figura 4.15). Por conta de sua modalidade tarifária, o seu contrato prevê duas faturações de demanda - fora de ponta e na ponta.

Figura 4.15 – Análise da demanda de energia por mês - Darcy Ribeiro



Com relação ao período fora de ponta, foi observada uma redução considerável na demanda medida ao longo dos meses, com uma queda de aproximadamente 21% entre as medições do mês de junho para agosto. Em contraste, as medições de demanda no período na ponta permaneceram constantes ao longo de todo o período.

Esse fenômeno pode também ser relacionado ao período das férias letivas, pois a maior parte do consumo e da demanda de energia no campus se dá no período fora de ponta, ao passo que a demanda no horário de ponta já é naturalmente menor no período letivo. Logo, a maior diferença se nota durante os horários fora de ponta.

Apesar das demandas aferidas no horário fora de ponta estarem abaixo do valor previsto no contrato, se faz necessária uma análise de um período maior de dados para se constatar se há a possibilidade de reajuste. Isso porque, assim como para o consumo, a demanda também apresenta uma sazonalidade ao longo do ano, portanto, pode ser que para os outros meses do ano esse valor aumente ou reduza ainda mais.

Quanto ao campus da FUP e FCE, a mesma característica de redução da demanda pode ser observada nas figuras 4.16 e 4.17, respectivamente.

Figura 4.16 – Análise da demanda de energia por mês - Planaltina

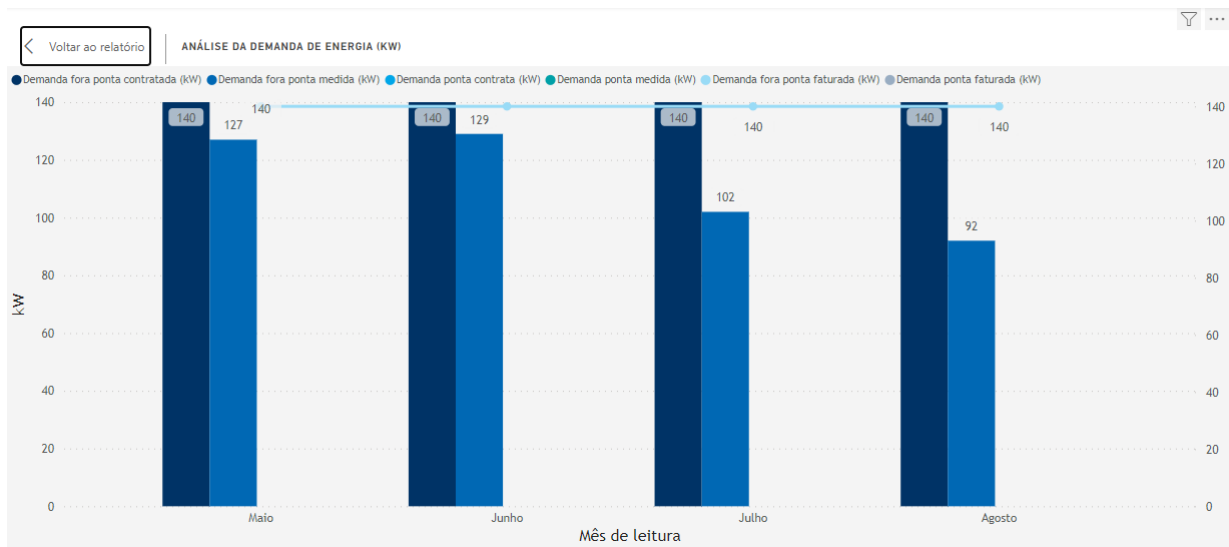
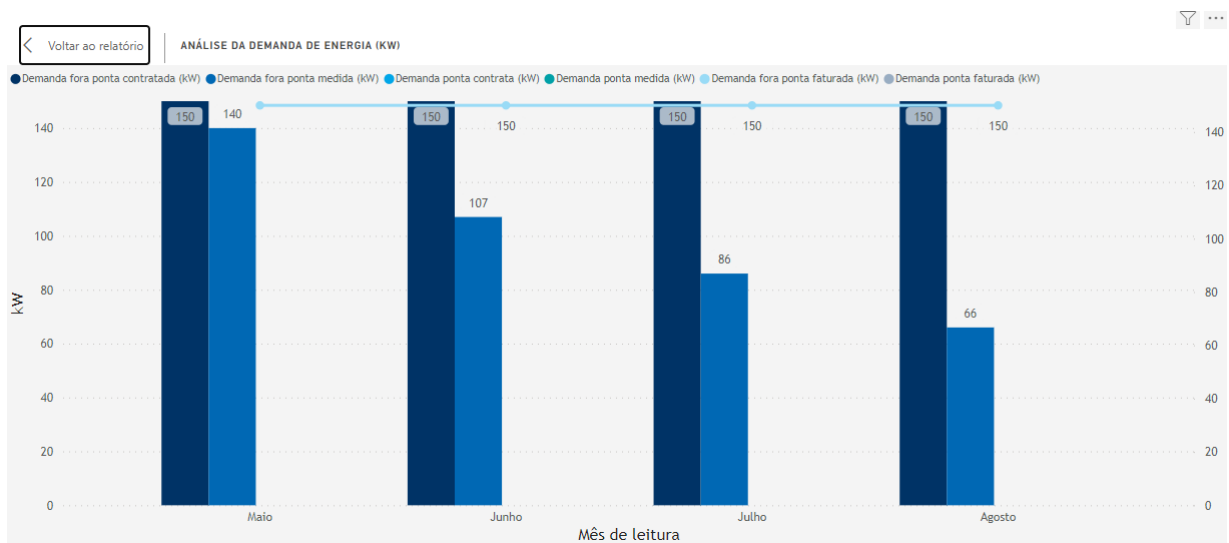


Figura 4.17 – Análise da demanda de energia por mês - Ceilândia

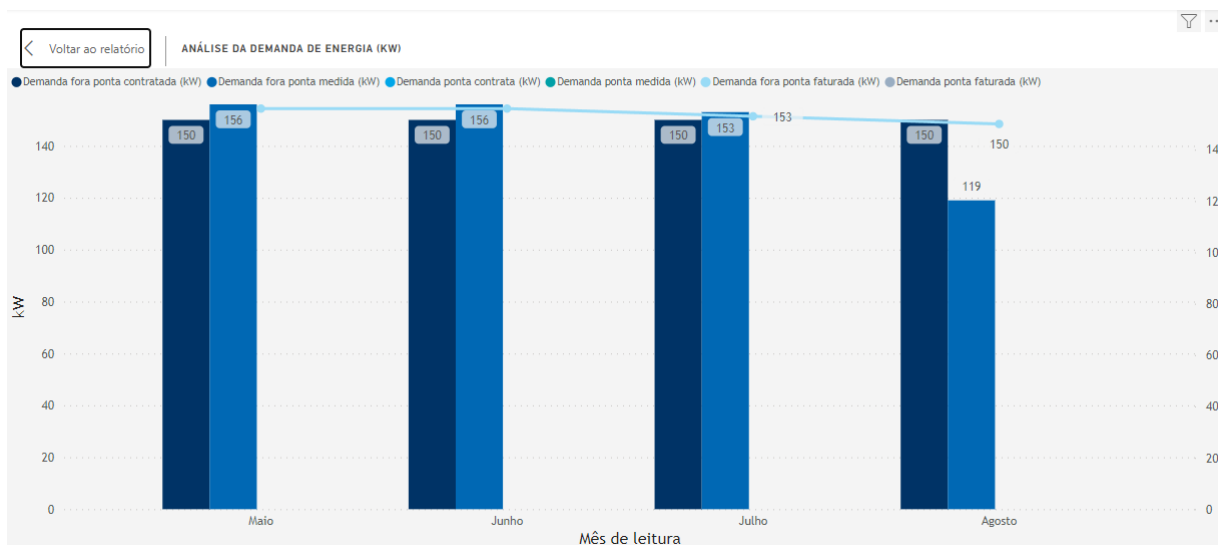


Como ambas as unidades são enquadradas na THV, todos os horários são enquadrados como fora de ponta e recebem uma mesma tarifação. O campus da FCE é que apresenta a menor demanda registrada, apenas 409 kW, pouco menor que a da FUP, 474 kW.

Por fim, o comportamento da demanda do campus da FGA se destaca dos demais, como se observa na Figura 4.18. Em contraponto aos outros campi, os valores de demanda medidos se mantiveram relativamente constantes durante todo o período analisado. Esse fato pode estar diretamente relacionado à interferência das usinas solares instaladas nas leituras. Como o sistema de geração fotovoltaica demanda uma certa potência para sua operação, é possível que as usinas possam ter compensado a redução de demanda esperada devido ao período de

férias.

Figura 4.18 – Análise da demanda de energia por mês - Gama



4.2 RELATÓRIO PROPOSTO

Para se emular de maneira melhor a implementação dos indicadores propostos neste documento no SIGE UnB, foi utilizado o Microsoft Power BI® como ferramenta principal de exibição e análise dos dados.

Foram então criadas 3 páginas de relatório, cada uma contendo as análises referentes aos 3 objetivos apresentados anteriormente. Além disso, cada página dispõe também de filtros inteligentes que permitem ao usuário selecionar dados referentes a um mês, campus ou medidor em específico, facilitando assim a análise de cenários individuais.

As Figuras 4.19, 4.20 e 4.21 exibem como ficaram distribuídos os indicadores supracitados nas páginas do relatório proposto.

Figura 4.19 – Página de despesas gerais

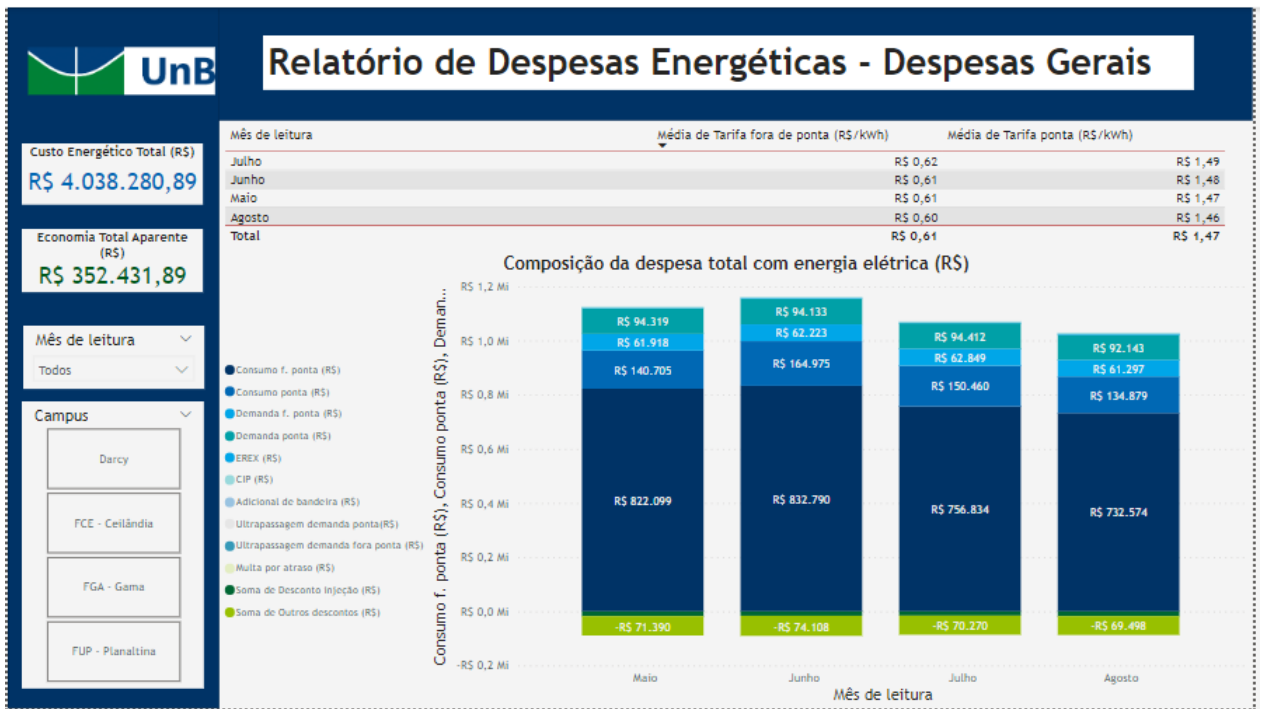


Figura 4.20 – Página de geração de energia

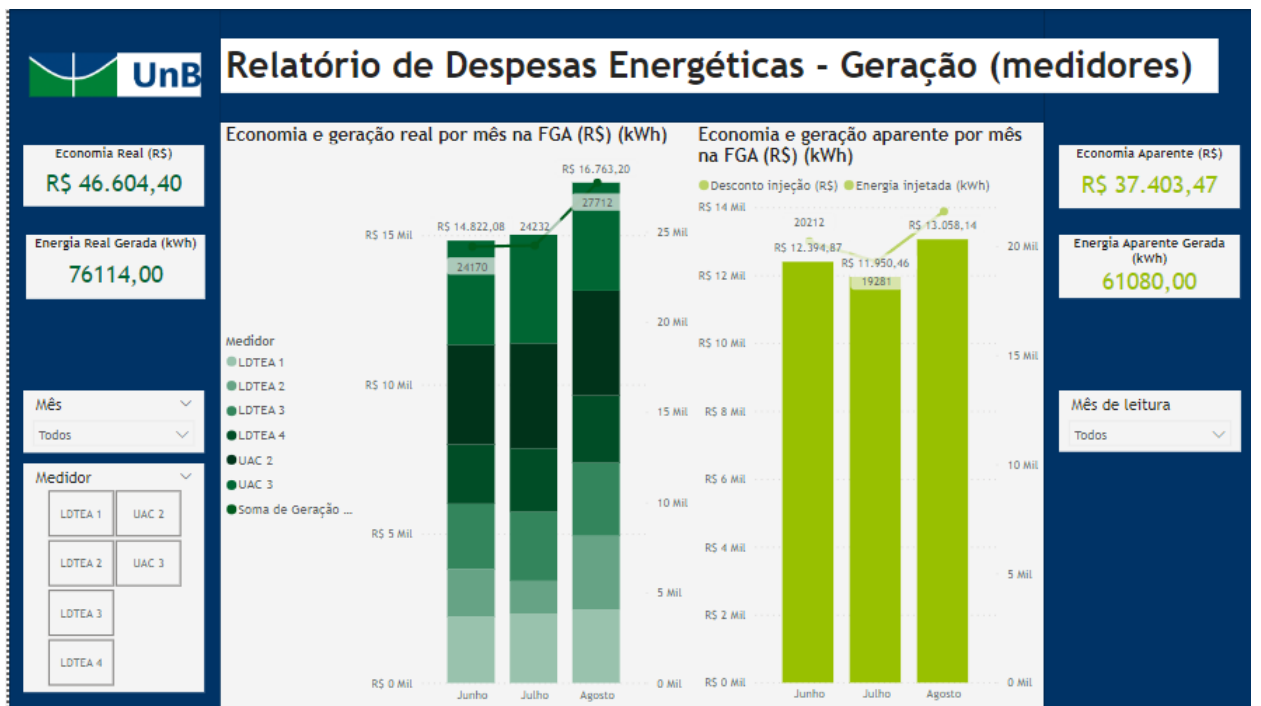
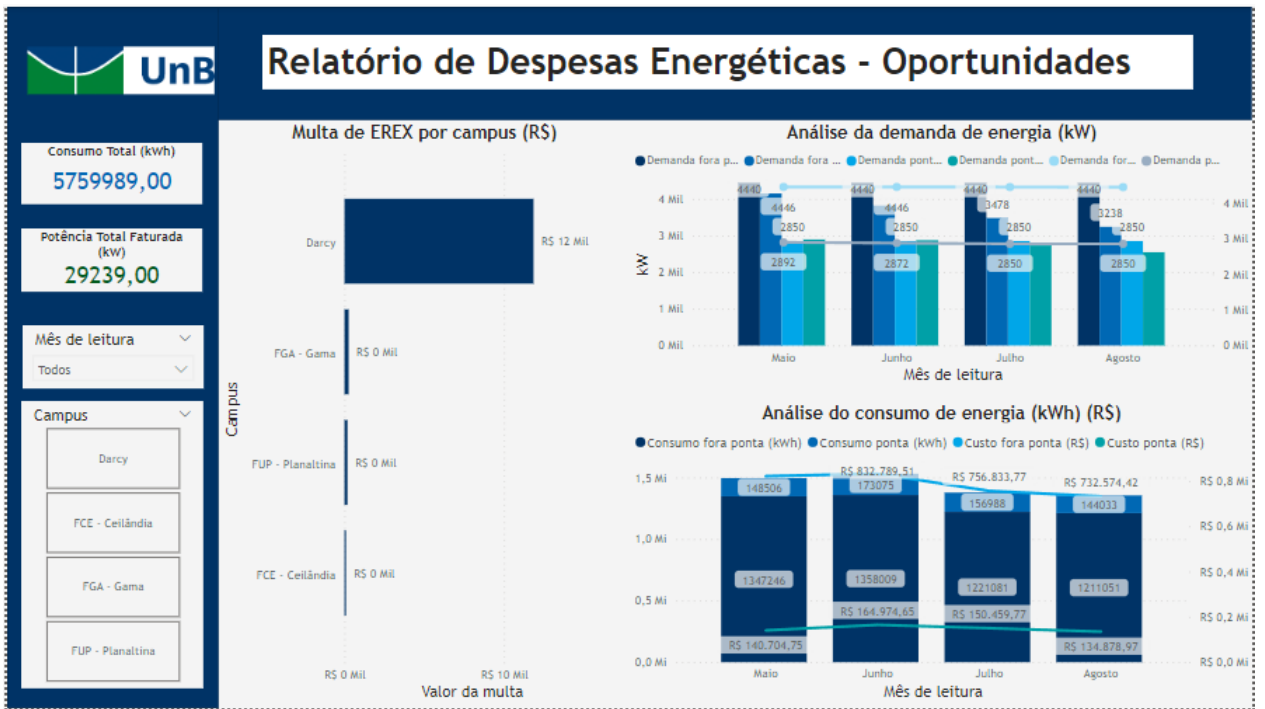


Figura 4.21 – Página de análise de oportunidades



5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÕES GERAIS

A gestão eficiente e sustentável da energia é uma prioridade para instituições de ensino, especialmente em um cenário onde a busca por eficiência e responsabilidade ambiental é crescente. O presente estudo, que se propôs a construir um relatório com indicadores que auxiliem os gestores na tomada de decisões da UnB, proporciona uma visão aprofundada das dinâmicas de consumo, geração e despesas associadas à energia elétrica nos diversos campi.

A análise da composição das despesas destaca o consumo de energia como o principal componente, revelando uma variação mensal influenciada por fatores sazonais, como as férias. Essa compreensão é crucial para antecipar flutuações e otimizar estratégias de consumo.

As tarifas médias de consumo permanecem relativamente estáveis mensalmente, mas divergem entre os campi. Destaca-se o campus Darcy Ribeiro, que se beneficia de tarifas mais baixas no horário de ponta devido à sua modalidade tarifária específica.

A análise da geração real das usinas fotovoltaicas destaca uma economia expressiva, superando a injeção de energia na rede. A variação na geração reflete as condições sazonais, com um aumento notável durante os meses de maior insolação.

A identificação de multas, especialmente o excedente reativo no campus Darcy Ribeiro, destaca áreas de oportunidade para otimização do fator de potência. Estratégias direcionadas podem reduzir custos e melhorar a eficiência energética.

A análise dos contratos de demanda demonstra, em geral, um atendimento eficiente à demanda total. A variação nas demandas por campus pode revelar a necessidade de ajustes contratuais adaptados a cada realidade.

A implementação contínua de medidas de eficiência energética, ajustes contratuais e a continuidade da utilização de energias renováveis são fundamentais para a redução de custos e a promoção da sustentabilidade. Este estudo fornece a base sólida necessária para a tomada de decisões informadas, possibilitando à UnB direcionar esforços de forma estratégica para alcançar seus objetivos energéticos e ambientais.

Em um contexto onde a eficiência e a sustentabilidade são imperativos, a análise detalhada dos indicadores energéticos na UnB não apenas identifica áreas críticas, mas também oferece um guia para a implementação de práticas que resultem em benefícios econômicos e ambientais significativos. O trabalho proposto aqui capacita a universidade a liderar o caminho em direção a uma gestão de energia mais inteligente e sustentável.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante a pesquisa, foram notados diversos pontos de melhoria no SIGE UnB que podem ser melhores desenvolvidos a partir desse trabalho. Essa seção tem por finalidade elencar algumas dessas sugestões de trabalhos futuros:

- Construção de indicadores e um modelo de relatório que auxiliem na análise dos outros dois principais focos do SIGE: socio ambiental e técnico operacionais;
- Estudo estatístico para entender a real relação entre os indicadores propostos;
- Avaliação técnico-financeira da expansão dos pontos de medição na universidade;
- Implementação do modelo de relatório proposto no sistema do SIGE UnB; e
- Avaliação do impacto financeiro de outras iniciativas de EE na universidade.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. *ABNT NBR ISO 50001: Sistemas de gestão de energia – Requisitos com orientação para uso*. [S.l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011.

ACEEE. *International Energy Efficiency Scorecard*. 2022. Disponível em: <<https://www.aceee.org/international-scorecard>>. Acesso em: Novembro de 2023.

ANEEL. *CHAMADA Nº. 001/2016 PROJETO PRIORITÁRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ESTRATÉGICO DE PD: “EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E MINIGERAÇÃO EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO SUPERIOR”*. 2016. Disponível em: <<http://energif.mec.gov.br/images/pdf/editais/edital-0012016.pdf>>. Acesso em: Outubro de 2023.

ANEEL. Resolução normativa aneel nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021. 2021.

ANEEL. *A ANEEL*. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/a-aneel>>. Acesso em: Novembro de 2023.

ANEEL. *Custo da energia que chega aos consumidores*. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/custo-da-energia-que-chega-aos-consumidores>>. Acesso em: Novembro de 2023.

ANGARITA, J. A. C. et al. *Ações de Eficiência Energética Associadas à Geração Distribuída: Estudo de Caso: Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília*. [S.l.]: FINATEC, 2020.

ASSOCIATION, I. C. *GUIA PARA APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR ISO 50001 GESTÃO DE ENERGIA*. 2023. Disponível em: <<https://abcobre.org.br/guia-para-aplicacao-da-norma-abnt-nbr-iso-50001-gestao-da-energia/>>. Acesso em: Novembro de 2023.

BAHIA, L. O. *Guia referencial para construção e análise de indicadores*. Escola Nacional de Administração Pública (Enap), 2021.

BEAN, R. *How Companies Say They're Using Big Data*. 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/04/how-companies-say-theyre-using-big-data?utm_source=Blog+SYDLE&utm_medium=organic&utm_content=data-driven&utm_campaign=Blog+SYDLE>. Acesso em: Novembro de 2023.

BRASIL. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 1996. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19427cons.htm>.

BRASIL. Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 1997. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2335.HTM>.

BRASIL. Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 1997. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19478.htm>.

BRASIL. Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm>.

BRASIL. Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 2004. Disponível em: <[BRASIL. Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004. *Diário Oficial \[da\] República Federativa do Brasil*, 2004. Disponível em: <\[https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm\]\(https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm\)>.](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.847.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2010.847%2C%20DE%2015%20DE%20MAR%C3%87O%20DE%202004.&text=Autoriza%20a%20cria%C3%A7%C3%A3o%20da%20Empresa,Art.>></p></div><div data-bbox=)

COLOMBO, S. S.; RODRIGUES, G. M. *Desafios da gestão universitária contemporânea*. [S.l.]: Penso Editora, 2011.

CRESESB. *Potencial Solar - SunData v 3.0*. 2017. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acesso em: Dezembro de 2023.

EPE. Anual estatístico de energia elétrica 2023. 2023. Disponível em: <<https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/>>.

EPE. Balanço energético nacional 2023. 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>>.

EPE. *Eficiência Energética*. 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>>. Acesso em: Novembro de 2023.

EPE. *Matriz Energética e Elétrica*. 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: Novembro de 2023.

EPE. *Quem Somos*. 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/a-epe/quem-somos>>. Acesso em: Novembro de 2023.

FROZZA, J. et al. Metodologia de implantação de um sistema de gestão de energia utilizando abnt nbr iso 50001. In: *VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–28.

GIZ. *Introdução ao Sistema de Gestão de Energia ISO 50001*. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/iso-50001/copy_of_introducao_ISO_Envidatec.pdf>. Acesso em: Novembro de 2023.

GUIDE, A. Project management body of knowledge (pmbok® guide). In: *Project Management Institute*. [S.l.: s.n.], 2001. v. 11, p. 7–8.

IRENA. Renewable power generation costs in 2022. *International Renewable Energy Agency*, 2023.

MCKANE, A. et al. Predicting the quantifiable impacts of iso 50001 on climate change mitigation. *Energy policy*, Elsevier, v. 107, p. 278–288, 2017.

- MME. *Sistema de Gestão de Energia e ISO 50.001*. 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/iso-50001>>. Acesso em: Outubro de 2023.
- MME. *Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico*. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cmse>>. Acesso em: Novembro de 2023.
- MME. *Conselho Nacional de Política Energética*. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe>>. Acesso em: Novembro de 2023.
- MME. *O Ministério*. 2023. Disponível em: <<https://antigo.mme.gov.br/web/guest/acesso-a-informacao/institucional/o-ministerio>>. Acesso em: Novembro de 2023.
- MORALES, C. *Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramentas de apoio à gestão: classificação por prioridades de atuação na Universidade de São Paulo*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2007.
- ONS. *O que é ONS*. 2023. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/o-que-e-ons>>. Acesso em: Novembro de 2023.
- PENA, R. A. F.; SANTOS, T. D. S. *Relatório de energia elétrica 2020 - consumos e despesas com energia elétrica da ufsc*. UFSC, 2020.
- PEREIRA, C. *O ESG é uma preocupação que está tirando seu sono? Calma, nada mudou*. 2020. Disponível em: <<https://exame.com/colunistas/carlo-pereira/esg-o-que-e-como-adotar-e-qual-e-a-relacao-com-a-sustentabilidade/>>. Acesso em: Setembro de 2023.
- PERNAMBUCO, N. *FAQ MICRO E MINI GERAÇÃO DISTRIBUÍDA | MÉDIA TENSÃO E ALTA TENSÃO*. 2023. Disponível em: <https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/Documents/pdf/PERGUNTAS_RESPOSTAS_FAQ_MEDIA_TENSAO_ALTA_TENSAO_MICRO_MINI_GERACAO_NEOENERGIA_PERNAMBUCO.pdf>. Acesso em: Novembro de 2023.
- PINHEIRO, V. d. M.; PINHEIRO, R. R. G. *Desafios e boas práticas de gestão financeira em uma empresa: uma revisão de literatura : Financial management challenges and good practices in a company: a literature review*. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 12, p. 80601–80621, Dec. 2022. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/55755>>.
- PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. *O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais*. *Revista Ambiente & Água*, SciELO Brasil, v. 12, p. 1082–1100, 2017.
- POLLITT, H. *The macroeconomic and other benefits of energy efficiency*. EASO: European Asylum Support Office, 2017.
- RITCHIE, H.; ROSADO, P. *Energy mix*. *Our World in Data*, 2020. <https://ourworldindata.org/energy-mix>.
- SACOMANO, J. B. et al. *Indústria 4.0*. [S.l.]: Editora Blucher, 2018.

SANTOS, A. H. M. et al. Eficiência energética e sua inserção no planejamento energético brasileiro. *Revista Brasileira de Energia*, 2021.

SANTOS, S. M. D.; FILHO, P. P. D. S. Apresentação da metodologia mtamp;r (monitoring, targeting and reporting) e da sua importância para a gestão energética associada à temática da eficiência energética. *Anais do Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, 2022.

SBARDELOTTO, L. *Proposta de indicadores de eficiência energética para um câmpus universitário*. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

SEBRAE. *Aprenda a identificar a energia excedente reativa para evitar multas*. 2023. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/aprenda-a-identificar-a-energia-excedente-reativa-para-evitar-multas,9774ec2777cb5810VgnVCM1000001b00320aRCRD#:~:text=A%20multa%20intitulada%20%E2%80%9Cenergia%20reativa,pot%C3%Aancias%20reativa%2C%20aparente%20e%20ativa.>> Acesso em: Dezembro de 2023.

SOUSA, E. M. *Técnicas de visualização da informação na gestão educacional: limites e possibilidades à gestão financeira de instituições públicas federais de ensino*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

STEFFENS, G. *Critérios SMART: Tornar-se mais bem sucedido através do estabelecimento de melhores objetivos*. [S.l.]: 50Minutos. es, 2023.

SYDLE. *Data Driven: o que é e qual a sua importância?* 2023. Disponível em: <<https://www.sydle.com/br/blog/data-driven-606c8a4e4b136c41e0e2c334>>. Acesso em: Novembro de 2023.

TAVARES, S.; PAULA, F. S. D. A gestão financeira nas instituições de ensino superior do setor privado no Brasil: desafios que se renovam. *Cadernos de Educação*, 2023.

TRIPP, D.; DIXON, S. Making energy management “business as usual”: energy information and planning. *Energy engineering*, Taylor & Francis, v. 101, n. 6, p. 32–48, 2004.

UNESP. *TIPOS DE REVISÃO DE LITERATURA*. 2015. Disponível em: <<https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura.pdf>>. Acesso em: Novembro de 2023.

WAHEED, B. et al. Developing a quantitative tool for sustainability assessment of HEIs. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2011.

APÊNDICES