

UFRRJ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E ESTRATÉGIA - MPGE

DISSERTAÇÃO

**A UTILIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS DA ABNT NBR ISO 50001 NA ELABORAÇÃO
DE UM MODELO DE GESTÃO ENERGÉTICA PARA O IFRO *CAMPUS* PORTO
VELHO CALAMA**

ALESSANDRO DE ALMEIDA

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E ESTRATÉGIA**

**A UTILIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS DA ABNT NBR ISO 50001 NA ELABORAÇÃO
DE UM MODELO DE GESTÃO ENERGÉTICA PARA O IFRO *CAMPUS* PORTO
VELHO CALAMA**

ALESSANDRO DE ALMEIDA

Sob a Orientação da Professora

Dra. Roberta Dalvo Pereira da Conceição

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Curso de Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Estratégia da UFRRJ.

Porto Velho - RO

2024

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A447
u Almeida, Alessandro de, 02/10/1979-
A Utilização dos critérios da ABNT NBR ISO 50001 na
elaboração de um Modelo de Gestão Energética para o
IFRO Campus Porto Velho Calama / Alessandro de
Almeida. - Porto Velho, 2024.
160 f.: il.

Orientadora: Roberta Dalvo Pereira da Conceição.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa Pós-graduação Em Gestão e
Estratégia, 2024.

1. ABNT NBR ISO 50001. 2. Eficiências Energética .
3. Instituições de Ensino. 4. IFRO Campus Calama. I.
Pereira da Conceição, Roberta Dalvo , 1978-, orient.
II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa Pós-graduação Em Gestão e Estratégia III.
Título.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA**



TERMO Nº 219 / 2024 - PPGE (12.28.01.00.00.00.05)

Nº do Protocolo: 23083.018032/2024-70

Seropédica-RJ, 05 de abril de 2024.

ALESSANDRO DE ALMEIDA

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre(a), no Programa de Pós Graduação em Gestão e Estratégia, Área de Concentração em Gestão e Estratégia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/03/2024.

Prof(a). Dr(a). Roberta Dalvo Pereira da Conceição
Presidente da Banca/Orientador(a)
Membro Interno
UFRRJ

Prof(a). Dr(a). Claudiana Guedes de Jesus
Membro Interno
UFRRJ

Prof(a). Dr(a). Paulo Roberto dos Santos
Membro Externo
IFRO

(Assinado digitalmente em 05/04/2024 23:41)
ROBERTA DALVO PEREIRA DA CONCEIÇÃO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 078.875.487-48

(Assinado digitalmente em 06/04/2024 13:55)
CLAUDIANA GUEDES DE JESUS
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 032.820.346-79

(Assinado digitalmente em 05/04/2024 21:28)

PAULO ROBERTO DOS SANTOS

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 797.290.702-10

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp>
informando seu número: **219**, ano: **2024**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **05/04/2024** e o
código de verificação: **026a7e0300**

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela oportunidade de realizar mais um sonho e por me dar forças nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

Ao meu amor, Débora Barbosa Amarante, que firmemente têm compartilhado comigo os momentos dessa jornada, sempre me dando apoio, me motivando, puxando a minha orelha, me acolhendo e não me deixando desistir jamais. Te agradeço imensamente pela sua compreensão com as minhas horas de ausência. Eu te amo, não só agora, mas sempre.

A minha filha linda, Livia Barbosa Amarante de Almeida, que tornou essa longa jornada mais leve e alegre com sua doçura e alto astral. Você é um presente de Deus em nossas vidas. Te amo.

A minha querida orientadora, Prof. Dr. Roberta Dalvo, pela paciência, compreensão, estímulo, pelas contribuições valiosas na realização deste trabalho e por todo o apoio e intensa dedicação durante esse período do mestrado. Meu eterno carinho, respeito e admiração. Obrigado “Tia”.

Aos professores e todo corpo técnico do MPGE que sempre foram solícitos e contribuíram imensamente para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de turma, que estiveram comigo nessa caminhada, em especial aos integrantes do grupo “Orientandos da Tia Roberta”, meus amigos Diego Matias Pinheiro e Gilson Pedro Ranzula. Levarei pra sempre comigo nossa amizade.

Ao IFRO por ter me proporcionado essa experiência desafiadora, pelas amizades que conquistei e pelo aprendizado adquirido neste período em que faço parte dessa respeitada instituição.

Aos colegas da Coordenação de Serviços Gerais (CSG), em especial ao Engenheiro Civil Adolfo Teixeira e ao Técnico em Eletrotécnica Deilsson, que, mesmo em meio a tanto trabalho, dispuseram de um tempo para auxiliar nesta pesquisa. Vocês foram essenciais para o sucesso desta pesquisa.

Aos colegas da Diretoria de Planejamento e Administração (DPLAD) e a todos os professores do IFRO *Campus* Calama. Obrigado pela presteza, dedicação e compromisso com as melhorias para o Instituto. Tenho orgulho de fazer parte deste time.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

ALMEIDA, Alessandro de. A Utilização dos Critérios da ABNT NBR ISO 50001 na Elaboração de um Modelo de Gestão Energética para o IFRO *Campus* Porto Velho Calama. 2024. 160p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia). Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

A energia elétrica é indispensável para a humanidade, mas seus desafios e gestão eficiente são cruciais diante da alta demanda por este recurso frente as mudanças climáticas. Desta forma, estabelecer padrões de indicadores de eficiência energética é algo importante para as Instituições de Ensino brasileiras. Com base nisso, O IFRO *Campus* Calama vem buscando diversas ações que visam a otimização do consumo de energia elétrica, sendo que nos anos de 2022 e 2023 foram realizados dois grandes projetos de eficiência energética voltadas a este fim: O Projeto de Eficiência Energética IFRO Porto Velho Calama (PEE-IFRO) e Implementação de Usinas Fotovoltaicas no IFRO *Campus* Calama. Assim, este trabalho pretendeu analisar o desempenho da gestão de energia elétrica do IFRO *Campus* Porto Velho Calama, com base nos critérios da ABNT NBR ISO 50001. Para tanto, foi proposto um estudo de caso de implementação de um Sistema de Gestão de Energia para investigar o consumo energético do IFRO nos últimos 2 anos, avaliando os resultados alcançados pelos projetos em questão através de análise documental e pesquisa de campo. Após a pesquisa bibliográfica foi constatado que apenas 4% dos artigos encontrados são estudos relacionados ao uso das diretrizes da ISO 50001 em Instituições de Ensino. Além disso, de posse dos resultados analisados, mesmo após a plena execução do projeto de eficiência energética do IFRO, ao ser comparado o consumo elétrico do Instituto em 2023 com o ano anterior, 2022, este consumo aumentou de forma expressiva em quase todos os meses analisados, com uma média de aumento de 24% frente aos 44% de redução previstos em projeto. No entanto, após o início do funcionamento da Usina Solar a partir de junho de 2023, ouve uma queda de 30,6% do consumo médio no horário fora ponta, mas abaixo do previsto em projeto, 55%. Apesar disso, constatou-se uma redução de 14% dos custos com energia após o funcionamento da Usina e o consumo no horário de ponta passou a ser maior que o fora ponta, passando a figurar como o item de maior importância para ações de eficiência energética para redução destes custos. Outro fator relevante levantado após as vistorias de campo foram as condições precárias das instalações de alguns equipamentos que podem gerar riscos de fuga de energia ou até acidentes elétricos. Diante disso, constatou-se que um sistema de gestão energético baseados nos critérios da ISO 50001 pode ser de grande utilidade para aprimorar a eficiência energética de uma Instituição de Ensino, estimulando a visualização objetiva e permanente do consumo energético da Instituição identificando as atividades e os equipamentos que mais gastam energia na organização. Assim, espera-se que esta pesquisa permita compreender que o uso da ISO 50001 pode contribuir significativamente no alcance das metas de redução do consumo elétrico apresentadas pela instituição, auxiliando, não apenas na otimização deste setor, mas também desempenhando um papel fundamental na formação de uma cultura sustentável, moldando o futuro de maneira positiva e responsável.

Palavras-chave: ISO 50001; Eficiência Energética; Sistema de Gestão Energética; Instituições de Ensino.

ABSTRACT

ALMEIDA, Alessandro de. *The Use of ABNT NBR ISO 50001 Criteria in the Development of an Energy Management Model for IFRO Campus Porto Velho Calama*. 2024. 160p. Dissertation (Professional Master in Management and Strategy). Institute of Applied Social Sciences, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

Electricity is indispensable for humanity, but its challenges and efficient management are crucial in the face of high demand for this resource amid climate change. Thus, establishing energy efficiency indicator standards is important for Brazilian educational institutions. Based on this, IFRO Campus Calama has been pursuing various actions aimed at optimizing electricity consumption. In the years 2022 and 2023, two major energy efficiency projects were carried out for this purpose: the IFRO Porto Velho Calama Energy Efficiency Project (PEE-IFRO) and the Implementation of Photovoltaic Plants at IFRO Campus Calama. This work aimed to analyze the performance of the electricity management at IFRO Campus Porto Velho Calama, based on the criteria of ABNT NBR ISO 50001. For this purpose, a case study proposing the implementation of an Energy Management System was developed to investigate IFRO's energy consumption over the past 2 years, evaluating the results achieved by the projects through documentary analysis and field research. After the literature review, it was found that only 4% of the articles found are studies related to the use of ISO 50001 guidelines in educational institutions. Furthermore, based on the analyzed results, even after the full implementation of IFRO's energy efficiency project, when comparing the Institute's electricity consumption in 2023 with the previous year, 2022, there was a significant increase in consumption in almost all analyzed months, with an average increase of 24%, contrary to the projected 44% reduction. However, after the operation of the Solar Plant from June 2023, there was a 30.6% drop in average consumption during off-peak hours, but below the projected 55%. Despite this, a 14% reduction in energy costs was observed after the Solar Plant's operation, and peak-hour consumption became higher than off-peak, emerging as the most critical factor for energy efficiency actions to reduce these costs. Another relevant factor identified during field inspections was the poor conditions of some equipment installations that could pose risks of energy leakage or even electrical accidents. In light of this, it was concluded that an energy management system based on ISO 50001 criteria could be highly useful to enhance the energy efficiency of an educational institution, encouraging an objective and continuous view of the organization's energy consumption. This helps identify the activities and equipment that consume the most energy, fostering the understanding that the use of ISO 50001 can significantly contribute to achieving the institution's electricity consumption reduction goals. It not only optimizes this sector but also plays a fundamental role in shaping a sustainable culture, positively and responsibly influencing the future.

Keywords: ISO 50001; Energy Efficiency; Energy Management System; Higher Education Institutions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Instituto Federal de Rondônia <i>Campus</i> Calama	19
Figura 2 - Matriz Energética Mundial, ano base 2020	23
Figura 3 - Matriz Energética Brasileira, ano base 2021.	24
Figura 4 - Comparação entre a matriz energética Mundial e Brasileira.	25
Figura 5 - Matriz Elétrica Mundial, 2020.....	25
Figura 6 - Matriz Elétrica Brasileira 2021	26
Figura 7 - Comparação entre a matriz elétrica Mundial e Brasileira.....	27
Figura 8 - Potencial de redução de emissão de gases de efeito estufa a partir de diferentes tipos de medidas.	29
Figura 9 - Ciclo PDCA	34
Figura 10 - Ciclo PDCA aplicado na ISO 50001	35
Figura 11 - Tipologia da pesquisa	38
Figura 12 - Gerador de 450kVA.....	48
Figura 13 - Participação do uso final de Energia	49
Figura 14 - Variação da temperatura interna com o <i>setpoint</i> em 21°C	55
Figura 15 - Energia consumida diariamente em relação a temperatura média, máxima e mínima externa	56
Figura 16 - Estudo Técnico Preliminar	65
Figura 17 - Vista aérea do Layout de instalação das placas solares	67
Figura 18 - Alguns dos Inversores instalados e em funcionamento no <i>campus</i>	67
Figura 19 - Ranking das 9 palavras-chave mais frequentes encontradas nos documentos.	71
Figura 20 - <i>WordCloud</i> das palavras-chave mais encontradas nos artigos em análise.	71
Figura 21 - Produção de artigos por ano, entre 2011 à julho de 2023, sobre a ISO 50001	72
Figura 22 - Número de produção de artigos por países.....	73
Figura 23 - Fontes de pesquisa mais relevantes	73
Figura 25 - Áreas de maior quantidade de estudos sobre a aplicação da ISO 50001	75
Figura 26 - Consumo MWh - Fora Ponta e Ponta	80
Figura 27 - Consumo médio do IFRO (MWh) em 2022 e 2023	80
Figura 28 - Demanda em kW - Fora Ponta e Ponta.....	82
Figura 29 - Demanda Média ponta e fora ponta em 2022 e 2023	82
Figura 30 - Geração Fotovoltaica – até novembro 2023	84
Figura 31 - Consumo Fora Ponta em 2022 e 2023	85

Figura 32 - Custo com Energia Elétrica no IFRO Calama nos anos 2022 e 2023	86
Figura 33 - Tarifas cobradas pela Energisa RO em outubro de 2023	87
Figura 34 - Consumo Ponta e Fora Ponta (R\$) - 2023	88
Figura 35 - Cálculo estimado de desperdício de energia após vistoria energética.....	95
Figura 36 - Cabine de medição e Proteção, e Trafo de 1000kVA.....	97
Figura 37 - GMG 450kVA inoperante com a bomba injetora oxidada.....	98
Figura 38 - Bloco B sem o cabo terra e suportes soltos dos cabos roubados	99
Figura 39 - Condensação QDE Bloco B.....	101
Figura 40 -Oxidação no QDF Bloco C.....	101
Figura 41 - Condensação e Oxidação QGBT Ginásio Poliesportivo	101
Figura 42 - Algumas das caixas de passagem para cabos elétricos – Bloco B e A.....	102
Figura 43 - Splits Bloco C e B.....	103
Figura 44 - Cabo de alimentação Central de Ar Mini Auditório, Bloco A	103
Figura 45 - Cabo de alimentação Central de Ar Sala 06, Bloco B.....	104
Figura 46 - Cabo de Alimentação Central de Ar Laboratório de Química, Bloco C	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificação dos valores empregados no projeto	46
Tabela 2 - Resumo do histórico de consumo elétrico do <i>campus</i>	48
Tabela 3 - Especificação das Luminárias Propostas.....	50
Tabela 4 - Especificação das Equipamentos HVAC Propostos	51
Tabela 5 - Metas do Projeto EE IFRO Calama	61
Tabela 6 - Levantamento de artigos relacionados ao uso da ISO 50001.....	69
Tabela 7 - Informações principais sobre os dados coletados do RStudio	70
Tabela 8 - Variações de palavras-chave com foco em Instituições de Ensino	76
Tabela 9 - Resultados do Plano de Vistoria - Ar-Condicionados Bloco B.....	93
Tabela 10 - Eventos de desperdícios energético - Iluminação e equipamentos no Bloco B....	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivo do Projeto	47
Quadro 2 - Resultados esperados pelo projeto	54
Quadro 3 - Consumo Nominal do equipamento inverter.	57
Quadro 4 - Cálculo do fator de utilização.....	58
Quadro 5 - Resultados - Condicionamento Ambiental.....	60
Quadro 6 - Categorização das áreas de estudos na aplicação da norma ISO 50001	74
Quadro 7 - Lista de feriados nacionais não contemplados pelo horário ponta.....	86
Quadro 8 - Reserva de salas IFRO <i>Campus</i> Calama	90
Quadro 9 - Composição de ambientes a serem vistoriados do Bloco B.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Conservação de Energia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEE	Ações de Eficiência Energética
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AVEE	Análise de Viabilidade de Eficiência Energética no Equipamento
CNI	Confederação Nacional da Indústria
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCo	Energy Service Company (Empresas de Conservação de Energia)
IEA	International Energy Agency (Agência Internacional de Energia)
IEE	Indicadores de Eficiência Energética
IEE	Investimento em Eficiência Energética
IES	Instituições de Ensino Superior
IFRO	Instituto Federal de Rondônia
ISO	International Organization for Standardization
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério das Minas e Energia
MME	Ministério de Minas De Energia
PEE	Projeto de Eficiência Energética
PNE2030	Plano Nacional Eficiência Energética 2030
PNE2050	Plano Nacional Eficiência Energética 2050
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RO	Estado de Rondônia
SGEn	Sistema de Gerenciamento de Energia
SIN	Sistema Integrado Nacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problematização	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral	17
2.2	Objetivos Específicos.....	18
2.3	Delimitação do Estudo	18
2.4	Justificativa e Relevância da Pesquisa.....	19
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
3.1	Matriz Energética Mundial e do Brasil	22
3.2	Eficiência Energética.....	28
3.3	Eficiência Energética em Edificações	30
3.4	Gestão Energética em Instituições de Ensino Superior	31
3.5	ISO 50001: Sistemas de Gestão de Energia (SGE).....	32
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
4.1	Natureza da Pesquisa	36
4.2	Abordagem da Pesquisa.....	37
4.3	Objetivo da Pesquisa.....	37
4.1	Resumo dos procedimentos metodológicos	38
4.2	Coleta de dados.....	38
4.2.1	<i>Pesquisa Bibliográfica</i>	39
4.2.2	<i>Pesquisa Documental</i>	40
4.2.3	<i>Pesquisa de Campo</i>	41
4.3	Análise dos Dados.....	43
4.3.1	<i>Análise Bibliográfica</i>	43
4.3.2	<i>Análise Documental</i>	44
4.3.3	<i>Análise dos dados na Pesquisa de Campo</i>	68
5	RESULTADOS DA PESQUISA	69
5.1	Resultados da Pesquisa Bibliográfica.....	69
5.2	Equipe de Gestão Energética IFRO Calama	76

5.2.1 Plano de atividades elaborado pela Equipe de Gestão	78
5.3 Avaliação Projeto Eficiência Energética – IFRO Calama.....	78
5.4 Avaliação Projeto Usina Solar – IFRO Calama	83
5.5 Custos com Energia Elétrica do IFRO <i>Campus</i> em 2023	85
5.6 Possíveis causas do aumento do consumo elétrico do IFRO Calama em 2023.....	89
5.6.1 Mudanças da rotina escolar do <i>Campus</i> de forma institucionalizada.....	89
5.6.2 <i>Vistoria Comportamental – Desperdício de Energia no Campus no horário ponta ...</i>	90
5.7 Inspeção elétrica predial no <i>Campus</i> Porto velho Calama	96
5.7.1 Subestação – IFRO <i>Campus</i> Calama.....	97
5.7.2 Grupo Gerador – IFRO <i>Campus</i> Calama	98
5.7.3 Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	99
5.7.4 Alimentadores Energia	100
5.7.5 Sistemas De Climatização.....	102
5.8 Plano de melhorias de eficiência energética.....	105
5.8.1 Medidas de zero custo	105
5.8.2 Medidas de baixo custo	106
5.8.3 Medidas de médio-alto custo.....	108
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
7 PRODUTO TÉCNICO	113
REFERÊNCIAS	143
APÊNDICE A – Plano de vistoria Bloco B – hora ponta.....	151
ANEXO A – Histórico de consumo.....	152
ANEXO B – Relação do sistema de iluminação que foram substituídas.....	153
ANEXO C – Relação do sistema de condicionamento de ar que foram substituídas	155
ANEXO D – Relação do sistema de iluminação contemplado pelo projeto.....	156
ANEXO E – Sistema proposto para iluminação.....	157
ANEXO F – Relação do sistema de AC anterior e proposto no projeto	158
ANEXO G – Produção do mês de junho da Usina Solar	159

1 INTRODUÇÃO

A energia é certamente indispensável às atividades humanas e, por esta razão, tornou-se indispensável discutir os desafios energéticos trazidos à tona por alterações climáticas e ambientais, além de um consumo adequado dos recursos energéticos (LAMBERTS, 2014). Sabendo disso, a gestão de um processo industrial ou residencial, o baixo consumo de energia e a sustentabilidade da operação são apenas alguns dos principais desafios dos gestores contemporâneos.

De acordo com o relatório do mercado de eletricidade 2023, publicado pela Agência Internacional de Energia, depois de uma ligeiramente desaceleração de 2% na demanda global de eletricidade desenha-se um cenário de crescimento esperado para os próximos três anos com aceleração aproximada em 3% desta demanda, tendo como previsão as energias renováveis e a nuclear sendo os principais fornecedores da demanda mundial (IEA 2023).

Já no Brasil o crescimento do consumo elétrico também tem apresentado crescimento significativo, seguindo a tendência mundial. Segundo o Anuário Estatístico De Energia Elétrica 2023, ano base 2022, o consumo total de energia elétrica no Brasil foi de 509 Terawatt-hora (TWh), cerca de 2,4% maior do que no ano anterior (EPE, 2023).

Além disso, através do Atlas da Eficiência Energética – Brasil 2022, pode-se constatar que o setor industrial ainda é o maior consumidor de energia elétrica do país. No entanto a evolução do consumo das edificações, composta pelos setores residencial, comercial e público também foi significativamente elevado. Estes setores respondem por 1/6 do consumo de energia total do Brasil, tendo como a principal fonte de energia utilizada nas edificações é a energia elétrica.

No ano de 2021, as residências utilizaram 45% de eletricidade, 23% GLP e 26% de lenha; já os edifícios comerciais e públicos utilizam majoritariamente a eletricidade com 92% de participação, sendo nesse segmento onde está o maior potencial de eficiência elétrica (EPE, 2022).

Ademais, geralmente edifícios públicos ou privados retratam oportunidades consideráveis de redução de tarifas de energia elétrica através de um gerenciamento da instalação, adoção de equipamentos mais eficientes, mudança no hábito dos usuários, assim como projetos arquitetônicos que visam o melhor aproveitamento dos recursos naturais existentes (BRASIL, 2022).

Segundo Pinheiro e Kohlrausch (2011) em um ambiente onde a demanda por energia elétrica é um fator importante no planejamento da infraestrutura organizacional, é de suma importância a implementação de sistemas e procedimentos que garantam a utilização de forma consciente de energia elétrica, bem como o desenvolvimento e aperfeiçoamento de boas práticas na utilização deste recurso.

Por causa disso, as mais diversas organizações discutem maneiras para reduzir as despesas com o consumo energético, e uma das alternativas se baseia na norma ISO 50001, conhecida no Brasil por ABNT NBR ISO 50001 (FOSSA, 2017). O propósito dessa regulamentação é possibilitar que as organizações implantem ações de eficiência energética por meio de sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético, incluindo o uso e o consumo desse bem.

Além disso, de acordo com Fossa e Sgarbi (2017), essa norma se propõe a reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) por meio do estímulo à utilização de um sistema de gestão de energia, que promoverá redução de custos e otimização do consumo energético.

Nesse sentido, segundo a análise de Sousa, Carniello e Araújo (2012), Instituições de Ensino Superior (IES) também tem enfrentado uma crescente pressão da sociedade pela busca do uso consciente de energia elétrica, uma vez que estas são fundamentais no trabalho de promover a transformações em prol da sustentabilidade e desempenham um papel estratégico como organizações com responsabilidades sociais.

Através de suas atividades nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, e até mesmo na maneira como operam na rotina escolar elas têm o propósito de conscientizar a comunidade sobre a importância de seu envolvimento na tomada de decisões para promover as mudanças e transformações necessárias em prol do Desenvolvimento Sustentável das regiões onde atuam. Portanto, é crucial entender quão eficazes são essas ações a fim de que essas instituições se tornem exemplos inspiradores, estimulando outras a seguirem o mesmo caminho. (BRANDLI *et al.*, 2012).

Nesta conjuntura, o Instituto Federal de Rondônia (IFRO) apresenta em seu Plano de Logística Sustentável em sua dimensão econômica, além do consumo racional dos recursos disponíveis, o IFRO se propõe transformar-se um agente de mudanças na sociedade tornando-se fornecedor do conhecimento, ao disseminar boas práticas e exigir de seus colaboradores o compromisso com a sustentabilidade nas diversas áreas e dependências da instituição (IFRO, 2016).

Diante do exposto, este trabalho se propõe realizar o estudo das ações de eficiência energética realizadas pelo IFRO Compus Calama pautado nas diretrizes da ABNT NBR ISO 50001, bem como avaliar as condições atuais do sistema elétrico do *campus*. Desta forma, será possível analisar a eficácia dos projetos realizados em 2022 e 2023, além da busca pela melhoria contínua em todo processo escolar do *campus*, prática adotada por diversas organizações que visam tornar seus resultados cada vez melhores, mais eficientes e eficazes, sejam eles em produtos, processos ou serviços.

Para este trabalho optou-se por utilizar, na maior parte das vezes, a nomenclatura simplificada da norma, apenas ISO 50001, uma vez que o conteúdo é o mesmo e diversos artigos utilizados na pesquisa são internacionais e utilizam esta nomenclatura.

1.1 Problematização

A crise sanitária mundial instalada no início do ano de 2020 forçou líderes globais a tomarem diversas medidas para impedir a transmissão da COVID-19, doença provocada pelo coronavírus. Algumas dessas ações incluíram bloqueios em massa, *lockdown* e distanciamento social, tendo por consequência, a redução das atividades econômicas e, por consequência, do consumo de energia.

No Brasil, em 2020 e parte de 2021, o consumo energético também foi afetado pela pandemia. Durante os primeiros meses da pandemia, muitas atividades econômicas foram suspensas ou reduzidas devido às medidas de segurança para conter a propagação do vírus, resultando em uma diminuição na demanda por eletricidade, uma vez que empresas, fábricas e escritórios estavam operando com capacidade reduzida ou fechados temporariamente.

No primeiro trimestre de 2020, por exemplo, o Brasil apresentou queda de 0,9% no consumo de energia elétrica em comparação com os valores de 2019, e os setores residencial, industrial e comercial apresentaram quedas de 0,3%, 0,4% e 2,2%, respectivamente (EPE, 2020).

Assim como os diversos setores afetados pelas ações de prevenção no período pandêmico, o setor de educação foi um dos mais afetados em todo o país. Segundo o relatório da Organização para Cooperação do Desenvolvimento Econômico (OCDE), publicado em outubro de 2022, o Brasil foi o segundo país da América do Sul e o quarto do mundo que mais tempo manteve fechadas as Instituições de Ensino durante os dois anos e meio de pandemia de covid-19.

Diante da declaração de Estado de Calamidade Pública em todo o território do estado de Rondônia, para fins de prevenção e enfrentamento à pandemia causada pelo novo coronavírus COVID-19, o Governo do Estado de Rondônia publicou os Decretos nº 24.871, de 16 de março de 2020, e nº 24.887, de 20 de março de 2020, suspendendo pelo período de 30 dias, a contar de 17 de março de 2020, dentre outras, as atividades educacionais em todas as Instituições de Ensino, Universidades e faculdades das redes de ensino pública e privada.

Nesse contexto, o Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Rondônia (IFRO) também sofreu restrições durante este período. Com base na declaração de Calamidade Pública e na suspensão das aulas da rede estadual, o IFRO publicou a portaria nº 519/REIT - CGAB/IFRO, de 16 de março de 2020, suspendendo preventivamente as atividades pedagógicas e administrativas presenciais, no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, no período de 18/03/2020 a 13/04/2020, inicialmente.

No entanto, as restrições foram prorrogadas e somente no fim de 2021, de forma gradual, segura, e em sua plenitude a partir de fevereiro de 2022, registrando quase dois anos sem atividades presenciais nos *campi* do estado.

Em virtude disso, o Relatório de Gestão de 2021 apresentado pelo IFRO *Campus Calama* junto ao Fórum do Plano de Desenvolvimento Institucional apresenta que durante as atividades remotas, houve reduções expressivas em contratações como energia elétrica, combustíveis e lubrificantes, diárias e passagens e material de consumo em geral, chegando a quase 56% destes recursos (IFRO, 2021).

Para fins de comparação, o Departamento de Planejamento e Administração (DPLAD) apresenta em seu relatório que, no ano de 2019, ano anterior ao início da pandemia de COVID-19, em que o custo com eletricidade foi pleno tendo o funcionamento do *campus* em sua capacidade máxima de aulas presenciais, o IFRO *Campus Calama* teve um orçamento anual de 3,6 milhões de reais para suas despesas totais, dos quais 648 mil foram custos com energia elétrica, mantendo uma média de 15 a 20% dos custos anuais do *Campus*. No entanto, no ano de 2020 o custo total com eletricidade foi, em valores corrigidos, aproximadamente 330 mil reais e no ano de 2021 a redução foi maior ainda, em torno de 291 mil reais, mantendo uma média de 52% de redução dos custos com eletricidade.

Este fato gerou uma oportunidade relevante, visto que parte do orçamento que seria direcionado a estes fins foi realocado para o empenho de recursos de infraestrutura física e equipamentos, sendo investidos em obras de melhoria e ampliação das instalações das unidades e em materiais e equipamentos. Desta feita, a possibilidade de realocação de recursos

economizados de um setor para outro durante as “janelas” de custeio pode se tornar um aliado no objetivo de melhoria da educação ofertada pelo IFRO Calama e ações de eficiência energética tem sido de grande ajuda na busca por melhorias contínua em diversas organizações.

Ademais, como nos informa Montegro (2021), o governo federal publicou o decreto nº 10.779, de 25 de agosto de 2021, em edição extra do Diário Oficial da União estabelecendo medidas para a redução do consumo de energia elétrica pela administração pública federal direta, autarquias e fundações. A meta é diminuir o gasto de eletricidade entre 10% e 20% de setembro de 2021 a abril de 2022, em relação à média do consumo do mesmo mês nos anos de 2018 e 2019.

Caso seja alcançado a maior meta proposta pelo decreto, uma redução de 20% nos custos anuais com eletricidade no *Campus* geraria uma receita significativa em valores anuais. Recursos esses que poderia ser direcionado a outros setores do *Campus*, visando sempre a melhoria das instalações e da qualidade de ensino que o IFRO propõe a comunidade.

Nesse sentido, e corroborando com o Plano de Logística Sustentável do IFRO, o Instituto tem buscado parcerias e recursos financeiros para realizar ações que possam impactar positivamente no consumo de eletricidade do *campus* e nos anos de 2022 e 2023 ocorreram duas grandes ações voltadas a este fim no *campus* Porto Velho Calama, sendo elas:

a) 2022 - Projeto de Eficiência Energética IFRO Porto Velho Calama (PEE-IFRO) em parceria com a Energisa Rondônia Distribuidora de Energia S.A.

O objetivo deste projeto foi a implementação de ações de Eficiência Energética nos sistemas de iluminação e condicionamento ambiental do IFRO Porto Velho, através da substituição de materiais e equipamentos convencionais existentes por materiais e equipamentos eficientes com Selo Procel de Economia de Energia;

b) 2023 – Implementação de Usinas Fotovoltaicas no IFRO *Campus* Calama.

O propósito deste projeto foi instalar um sistema fotovoltaico de aproximadamente 278,46kWp, que em condições normais, deverá abater aproximadamente 55% do kWh/mês consumido pelo *campus* no horário fora ponta.

Estes dois grandes projetos já foram concluídos e se encontram em pleno funcionamento, o que gerou grande interesse em estudar quais foram os efetivos impactos que

estas ações tiveram no consumo de eletricidade do instituto após quase dois anos de suas implementações.

Outro elemento importante a ser considerado e determinante para o desenvolvimento desta pesquisa é o fato do governo federal, por meio do Ministério de Minas e Energia, iniciou um trabalho de conscientização e incentivo do uso da norma ISO 50001 como ferramenta de apoio a práticas que possam minimizar os custos com energia elétrica em administrações públicas (BRASIL, 2022).

Uma vez que a ISO 50001 é uma norma internacional que estabelece práticas para a implantação de Sistemas de Gestão de Energia Elétrica nas empresas e organizações, com o intuito principal de estabelecer requisitos mínimos e específicos que garantam a melhoria contínua do desempenho energético da organização que a adotar

Em face do exposto, fica claro a preocupação tanto do *Campus* quanto do próprio governo federal em otimizar o consumo de energia elétrica da instituição, e com isso surgiram alguns questionamentos que esta pesquisa pretende responder: Com base nas diretrizes da ISO 50001 será possível realizar uma avaliação do consumo energético do IFRO Calama após as ações de eficiência energética citadas anteriormente? Além disso, um modelo de gestão energética baseado nesta norma, tão frequentemente buscado pelo setor industrial, poderá ser aplicado também de forma satisfatória em uma instituição de ensino?

Sendo assim, o presente trabalho apresentará um estudo de caso nas instalações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) *Campus* Porto Velho Calama com o objetivo de responder tais questionamentos, bem possíveis formas de melhorar o consumo de eletricidade do *Campus*.

2 OBJETIVOS

Considerando a complexidade do tema e visando orientar a busca por respostas para o problema, são propostos os seguintes objetivos para este estudo:

2.1 Objetivo Geral

A presente pesquisa pretende analisar o desempenho da gestão de energia elétrica do IFRO *Campus* Porto Velho Calama, baseado nos critérios da ABNT NBR ISO 50001.

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar o consumo energético do IFRO nos últimos 2 anos;
- Avaliar o impacto das ações de eficiência energética realizadas no *campus* nos anos de 2022 e 2023;
- Propor ações de melhoria contínua que levem a um consumo consciente de energia elétrica;
- Elaborar um Relatório Técnico Conclusivo, propondo ações de eficiência energética no *campus*, visando a redução dos custos de energia elétrica.

2.3 Delimitação do Estudo

A delimitação do estudo limita o levantamento de dados a respeito do consumo energético e aplicação dos conceitos de um Sistema de gestão Energética (SGEn) baseado nos critérios da NBR ISO 50001 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia *Campus* Porto Velho Calama (referência a avenida homônima que está localizado).

O IFRO *Campus* Calama, visto na Figura 1 a seguir, contribui para o desenvolvimento da região através da oferta de cursos e programas de formação inicial e continuada de trabalhadores e educação profissional técnica de nível médio desde 2010 (IFRO, 2022).

Este se encontra localizado na Avenida Calama nº 4985, no Bairro Flodoaldo Pontes Pinto, contendo 19 salas de aula, 30 laboratórios, enfermaria, biblioteca, auditório com capacidade para 380 pessoas, miniauditório, área de convivência e refeitório, Rádio *In-Door* do *Campus*, Estúdio de Produção Audiovisual e um complexo poliesportivo em fase de construção, além dos espaços destinados à gestão administrativa do *Campus*. O IFRO Calama atendendo mais de 2 mil alunos por ano em diversos níveis da educação (IFRO, 2022).

Além dessas infraestruturas, o *campus* conta com estacionamento descoberto para a guarda de veículos de funcionários e visitantes, com controle de acesso através de guarita e passarelas cobertas e descobertas para a conexão aos edifícios do *campus*, bem como um campo gramado para atividades esportivas.

O *Campus* Porto Velho Calama tem perfil industrial e atualmente oferta os seguintes cursos:

- **Nível Técnico Integrado ao Ensino Médio:** Técnico em Edificações, Eletrotécnica, Informática e Química;

- **Subsequente ao Ensino Médio:** Técnico em Manutenção e Suporte em Informática, Técnico em Eletrotécnica (subsequente) e Técnico em Edificações (subsequente);
- **Superior Tecnólogo:** Análise e Desenvolvimento de Sistemas;
- **Superior Licenciatura:** Física;
- **Superior Bacharelado:** Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Civil;
- **Pós-Graduação – Lato Sensu:** Gestão Ambiental, Metodologia de Ensino na Educação Profissional, Científica e Tecnológica.
- **Pós-Graduação – Stricto Sensu:** Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional – PROFEPT.

Figura 1 - Instituto Federal de Rondônia *Campus* Calama



Fonte: Portal IFRO (2020)

Devido a sua recente implantação, hoje o *Campus* conta com uma infraestrutura primária para atender aos cursos de abertura, sendo que existe um amplo espaço para que seja projetada uma infraestrutura que venha a comportar a operação integral do planejamento de desenvolvimento institucional do *Campus*.

2.4 Justificativa e Relevância da Pesquisa

As instituições públicas e privadas vêm passando por significativas transformações no que diz respeito à novos paradigmas que envolvem questões de sustentabilidade. A preocupação em manter uma economia estável e em minimizar os impactos sociais e ambientais tem

aumentado ao longo dos anos. Nessa perspectiva, tornam-se necessárias ações que garantam resultados satisfatórios e que minimizem os problemas causados ao meio ambiente devido ao progresso.

Corroborando com este raciocínio, Serafini *et al.* (2021) relata em sua pesquisa que implantar programas de gestão energética é um grande desafio e requer muito esforço de todos os envolvidos, pois trata-se de mudança de cultura, valores, princípios e de postura em relação a seu propósito como parte de uma instituição pública e até da sociedade

Neste contexto, as Instituições de Ensino como um todo apresentam considerável contribuição diante dos objetivos nacionais de ampliação da eficiência energética, visto que são ativos importantes com capacidade de promover a propagação e utilização de tecnologias, de práticas e de técnicas de elevado rendimento energéticos (BRASIL, 2011).

Além do mais, Instituições de Ensino também se enquadram no termo edificações públicas e, de acordo com o EPE, Empresa de Pesquisas Energéticas, em 2020, as edificações públicas brasileiras tiveram maior parcela do consumo energético provenientes de fonte elétrica (93%), além de uma pequena contribuição do gás liquefeito de petróleo – GLP e do gás natural (EPE, 2020).

Compreende-se que a ineficiência no consumo de energia elétrica para estas instituições provoca gastos excessivos e em alguns cenários não esteja alinhado à realidade estrutural da organização. No entanto, se aperfeiçoada de maneira clara e objetiva, os recursos economizados podem se reverter em reinvestimento e modernização destas instituições. Além disso, principalmente para os administradores escolares, os dados de consumo tornam-se mais perceptíveis à medida que começam a impactar os orçamentos mensais e anuais designados para cobrir as despesas dessas instituições.

Ademais, a necessidade de gestão da energia elétrica nos Institutos Federais Brasileiros parte do fato de que, na maioria destas instituições, as despesas com energia elétrica despontam como o quarto maior grupo das despesas mensais (BRASIL, 2020), sendo que a maior fatia destes gastos se deve ao uso de equipamentos ineficientes, a práticas inadequadas de instalação, uso e manutenção dos aparelhos, além da falta de uma cultura de uso eficiente e racional de energia.

Nesse sentido, a norma ISO 50001 pode se tornar uma ferramenta importante para alcançar as metas e objetivos desejados pela organização, no que se refere ao uso adequado de energia elétrica (FOSSA, 2017). Esta é uma norma internacional que estabelece os requisitos para a implementação de um sistema de gestão de energia eficiente, desempenhando um papel

fundamental na melhoria da eficiência energética em diversos setores, incluindo o educacional, como as Instituições de Ensino e universidades.

Embora a ISO 50001 seja uma norma valiosa para melhorar a eficiência energética em diversas organizações, sua aplicação em Instituições de Ensino ainda não é tão difundida. Muitas Instituições de Ensino, especialmente escolas de pequeno porte, podem não estar familiarizadas com esta norma e seus benefícios dificultando sua adoção.

Além disso, Instituições de Ensino, em especial escolas públicas, geralmente têm recursos financeiros limitados e a implementação da ISO 50001 pode exigir investimentos significativos em termos de tempo, dinheiro e pessoal, ou seja, a falta de recursos disponíveis pode ser um obstáculo para a implementação da norma (BENZINHO, 2016).

Outro fator limitante para o uso da norma seria a falta de conhecimento técnico especializado. De acordo com Nunes (2020), a implementação efetiva da ISO 50001 pode requerer alguns conhecimentos específicos em gestão de energia ou de eletricidade e algumas organizações podem não ter profissionais qualificados para liderar a implementação da norma ou podem enfrentar dificuldades em encontrar consultores especializados e isso pode ser uma realidade em algumas Instituições de Ensino.

Além disso as características e requisitos escolares únicos também podem tornar a aplicação da ISO 50001 mais complexa. Horários escolares fixos, flutuações no número de ocupantes e requisitos educacionais específicos podem exigir abordagens adaptadas para a implementação da norma. No entanto, diante do comprometimento do instituto em apresentar ações voltadas a uma logística sustentável, o uso da NBR ISO 50001 pode contribuir significativamente no alcance das metas de redução do consumo elétrico a serem apresentadas pela organização

Já no tocante da relevância teórica, a pesquisa tem o objetivo de realizar uma revisão sistemática sobre o tema, a qual contribuirá para levantar o estado da arte em estudo, identificando as lacunas que poderão contribuir para futuros estudos, além da intenção de proporcionar meios para orientar os gestores públicos as discussões a respeito do conceito de eficiência energética e a sua operação com base na ISO 50001, bem como a aplicação de seus preceitos em Instituições de Ensino.

Sendo assim, esse trabalho poderá contribuir para que outros pesquisadores possam embasar suas fundamentações e argumentações, através de subsídios com base empírica no que diz respeito ao assunto relativo à gestão energética sob as diretrizes da norma ISO 50001.

Além do mais a elaboração de uma política de gestão de energia elétrica poderia render variados benefícios, contribuindo para relevância técnica e financeira da instituição numa possível redução dos custos com eletricidade no IFRO *Campus* Calama, como também a possibilidade de realocação dos recursos economizados em pesquisa, ensino ou infraestrutura para o melhor funcionamento do instituto.

Em suma, a implementação de um sistema de gestão baseado na ISO 50001 em Instituições de Ensino pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a eficiência energética e promover a sustentabilidade. Além dos benefícios econômicos, a norma incentiva a conscientização, o engajamento e a educação da comunidade escolar, criando uma cultura de eficiência energética que pode se estender para além dos muros da instituição. Dessa forma, as escolas podem desempenhar um papel importante na formação de cidadãos conscientes e responsáveis em relação ao uso da energia

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Matriz Energética Mundial e do Brasil.

A eletricidade desempenha hoje um papel fundamental e indispensável em qualquer nação, servindo como a base para o progresso econômico e elevando os padrões de vida da sociedade. Dado o constante crescimento da população global, é crucial que haja uma diversificação das fontes de energia primária e uma melhoria imediata na eficiência dos sistemas de conversão de energia, a fim de lidar de maneira sustentável e equilibrada com o previsível aumento no consumo de eletricidade no futuro (SOUZA, 2011).

A projeção para os próximos anos indica que a capacidade global de geração de energia continuará a expandir-se significativamente. De acordo com a EPE (2022), prevê-se um aumento considerável na demanda por eletricidade até 2040, impulsionado pelo crescimento econômico em países como China e Índia, que juntos abrigam cerca de 40% da população mundial. Esse crescimento econômico e populacional levará a um aumento na necessidade de energia elétrica para atender às demandas dessas nações em expansão.

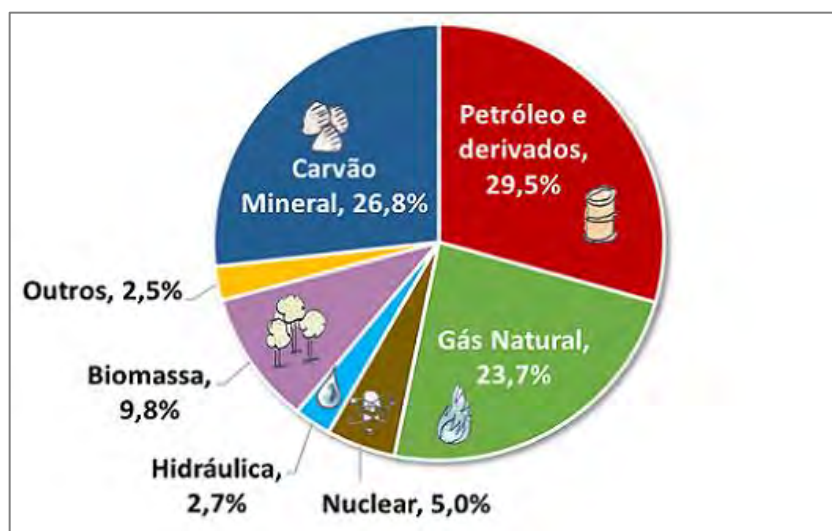
Conforme afirmado por Rocha (2012), esse aspecto representa um estímulo significativo para o crescimento das fontes de energia renovável. Alinhado com os princípios do Protocolo de Kyoto, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) define orientações para investimentos nesse setor. No entanto, é importante ressaltar que a matriz elétrica global permanece majoritariamente ancorada em recursos não renováveis.

Um dos elementos de extrema importância na definição das fontes que devem integrar a matriz energética de um país é, sem dúvida, o impacto ambiental que resulta da instalação de diversas usinas em seu território (DE OLIVEIRA *et al.*, 2022). Essa discussão desempenha um papel fundamental ao conduzir uma análise detalhada de viabilidade técnica e econômica relacionada à implementação de usinas de geração. A complexidade intrínseca a esse estudo abarca uma série de fatores, incluindo a tecnologia empregada em máquinas e equipamentos, a infraestrutura necessária, o transporte de energia e insumos, bem como os ecossistemas afetados e as propriedades privadas envolvidas.

Diversas pessoas confundem a matriz energética com a matriz elétrica, mas elas são diferentes. Enquanto a matriz energética abarca diversas fontes de energia empregadas para atividades como a propulsão de veículos, o aquecimento de alimentos em fogões e a produção de eletricidade, a matriz elétrica se restringe ao conjunto de fontes direcionadas exclusivamente para a geração de energia elétrica. Desse modo, é possível inferir que a matriz elétrica é um componente intrínseco da matriz energética (EPE, 2022).

De acordo com a *International Energy Agency (IEA)*, em 2022 a matriz energética mundial está representada por todo o conjunto das fontes de energia disponíveis, contemplando o somatório das reservas localizadas em lugares distintos do planeta. Ainda assim, conforme apontado por Bezerra (2023), ao longo do tempo, a humanidade tem constantemente procurado por alternativas energéticas com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento econômico, promovendo um rápido crescimento nos lucros e uma drástica redução nos custos.

Figura 2 - Matriz Energética Mundial, ano base 2020

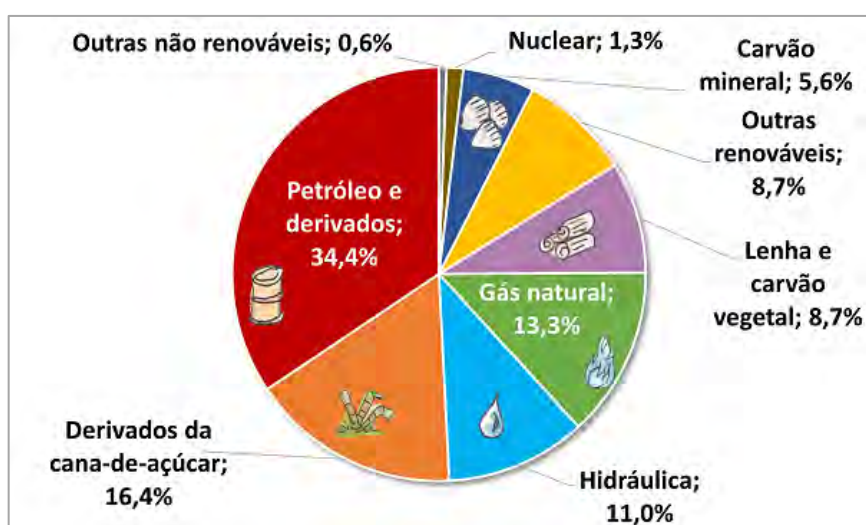


Fonte: International Energy Agency, 2022.

Nesse sentido, atualmente a matriz elétrica mundial representa uma composição das fontes pertencentes a matriz energética as quais são responsáveis por converter energia primária em eletricidade. Como podemos ver na Figura 2, a matriz energética mundial é composta, principalmente, por fontes não renováveis, como o carvão, petróleo e gás natural. Fontes renováveis como solar, eólica e geotérmica, por exemplo, juntas correspondem a apenas 2,5% da matriz energética mundial, assinaladas como “Outros” no gráfico. Somando à participação da energia hidráulica e da biomassa, as renováveis totalizam aproximadamente 15%.

De acordo com as observações de Moraes (2015), o crescimento inevitável na busca global por energia elétrica está levando a preocupações por parte de líderes mundiais, com ênfase especial na União Europeia. Isso se deve, principalmente, às condições de saturação e escassez de recursos energéticos provenientes de combustíveis fósseis, e às ramificações que estão intrinsecamente ligadas a essa questão.

Figura 3 - Matriz Energética Brasileira, ano base 2021.

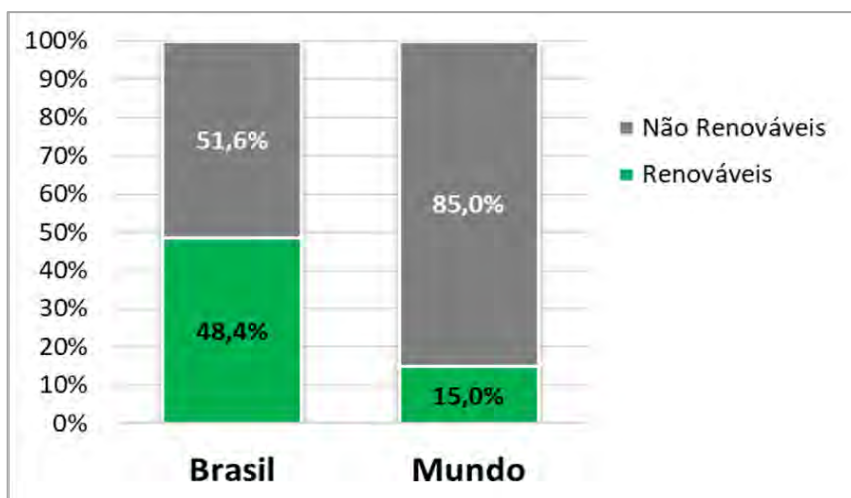


Fonte: Balanço Energético Nacional 2022.

Já a composição energética do Brasil, vista na Figura 3, difere substancialmente da média global. Aqui, prevalece uma maior utilização de fontes renováveis em comparação com outras partes do mundo (EPE, 2022). Combinando recursos como lenha, carvão vegetal, hidrelétrica, derivados da cana e outras formas renováveis, as fontes renováveis constituem um total de 44,8% da nossa matriz energética, representando quase metade dela.

No entanto, quando se compara o consumo de energia proveniente de fontes renováveis e não renováveis no Brasil e no mundo para o ano de 2020, percebe-se pelo gráfico da Figura 4 que a matriz energética brasileira é mais renovável do que a mundial.

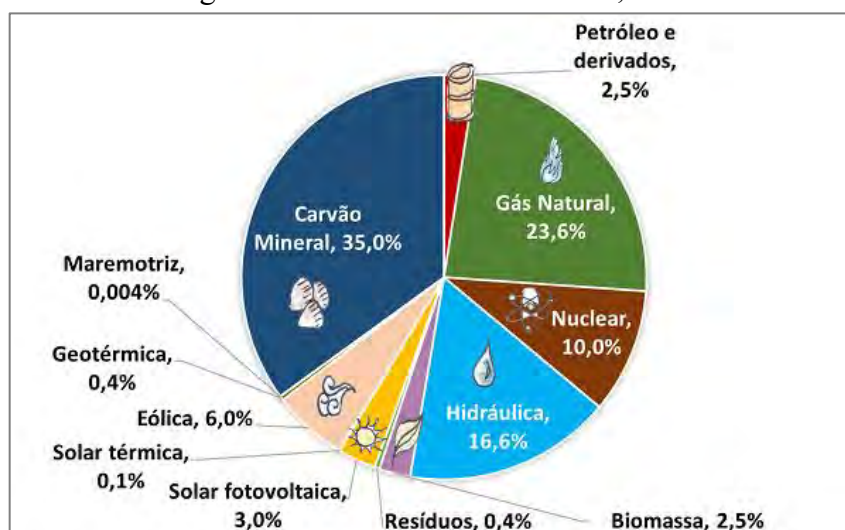
Figura 4 - Comparação entre a matriz energética Mundial e Brasileira.



Fonte: Empresa de Pesquisas Energéticas, 2022.

Essa particularidade da nossa estrutura energética possui grande relevância. As fontes de energia não renovável representam a maior fonte de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Devido ao maior uso de energia proveniente de fontes renováveis em comparação com muitas nações, quando dividimos as emissões totais de GEE pelo número de habitantes do Brasil, constatamos que nossa nação apresenta uma emissão per capita menor do que a maioria dos outros países.

Figura 5 - Matriz Elétrica Mundial, 2020



Fonte: International Energy Agency, 2022.

Quanto a matriz elétrica, como mencionado anteriormente, é composta pelo conjunto de fontes disponíveis exclusivamente para a produção de eletricidade em um país, estado ou a nível

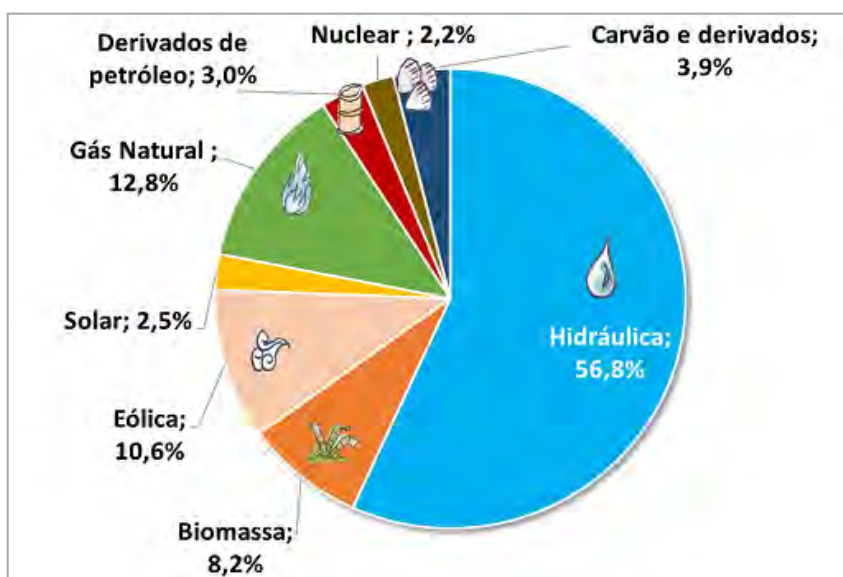
global. Como demonstrado na Figura 5 anterior, a produção de eletricidade em escala global é predominantemente sustentada por combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, empregados principalmente em usinas termelétricas.

Nesse sentido, a matriz elétrica brasileira é ainda mais renovável do que a energética, isso porque grande parte da energia elétrica gerada no Brasil vem de usinas hidrelétricas, como pode ser observado na

Figura 6 a seguir. As energias eólica e fotovoltaica também vem crescendo bastante, contribuindo significativamente para que a nossa matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável (EPE, 2022).

É realmente interessante observar que o gráfico inclui a geração distribuída (GD) na eletricidade produzida pela fonte solar. A GD refere-se à produção de energia elétrica a partir de pequenas instalações, como painéis solares em telhados de casas, prédios comerciais, shoppings e estacionamentos. Essa forma de geração descentralizada tem se expandido consideravelmente no Brasil.

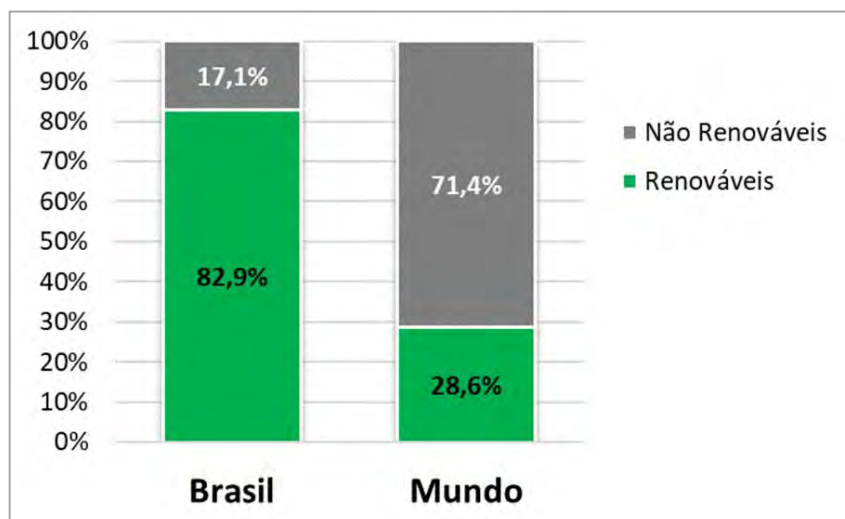
Figura 6 - Matriz Elétrica Brasileira 2021



Fonte: Balanço Energético Nacional 2022.

Na Figura 7 podemos observar no gráfico que a matriz elétrica do Brasil é predominantemente sustentada por fontes de energia renovável, em contraste com a tendência global (EPE, 2022). Esse cenário é altamente benéfico para o país, uma vez que as usinas que aproveitam fontes renováveis não apenas apresentam custos operacionais menores, mas também emitem consideravelmente menos gases do efeito estufa.

Figura 7 - Comparação entre a matriz elétrica Mundial e Brasileira



Fonte: Empresa de Pesquisas Energéticas, 2022.

No entanto, a situação atual no país indica a existência de uma crise hídrica, o que torna essencial a realização de debates sobre a segurança energética nacional (GUALTER, 2021). O Brasil é fortemente dependente da energia proveniente de usinas hidrelétricas, o que o coloca em uma posição vulnerável quando ocorrem períodos de escassez de chuvas. A diversificação da matriz energética desempenha um papel crucial em minimizar os impactos das condições climáticas adversas, garantindo assim que a produção interna de energia não sofra tanto com as ramificações das mudanças climáticas.

Corroborando com a discussão anterior, Santos (2020) nos informa que não há questionamento quanto à importância da energia elétrica para a humanidade. Entretanto, o autor aponta que os investimentos em fontes de energia renovável frequentemente não atendem adequadamente à importância da expansão da matriz elétrica e ainda nos ressalta que simplesmente investir em fontes alternativas de energia elétrica não será suficiente se não ocorrer uma adoção mais consciente de consumo por parte da sociedade em geral.

Sendo assim, Machado (2018) já dizia em seu trabalho que é essencial adotar uma abordagem consciente no uso de energia, visando a preservação desse recurso e assegurando a continuidade do conforto que ela proporciona no dia a dia.

3.2 Eficiência Energética

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO), a utilização racional de energia pode ser simplesmente chamada de eficiência energética e consiste em utilizar uma menor quantidade de energia, sem perder a qualidade, para produzir a mesma quantidade de iluminação, transporte, aquecimento ou outro serviço baseado na energia.

Nesse sentido, considerando o contexto histórico, a eficiência energética nem sempre foi uma prioridade, uma vez que o custo associado a um gestor de energia e a implementação de um sistema de gestão energética era mais elevado do que a economia que esse sistema poderia gerar. Isso ocorria porque o valor da energia consumida para a produção era considerado muito baixo (SCHULZE *et al.*, 2016).

Além do mais, apesar das crises do petróleo na década de 1970, pouco se mudou nas condutas de gestão de energia até que o preço da energia elétrica tivesse um aumento expressivo na Europa, entre os anos 2000 e 2015. Nesse período, o valor pago pelos consumidores aumentou cerca de 80% na Europa (MELLAHN, 2013).

Desde então, mais empresas despertaram para esta nova realidade e passaram a empenhar-se em atividades atreladas ao gerenciamento de energia, compreendendo que um adequado sistema de gestão de energia poderia ser o diferencial para se ter uma maior produtividade consumindo menos de seus recursos energéticos.

A partir desse marco, a eficiência energética adquiriu um status de relevância global, sendo incorporada às políticas energéticas da maioria das nações, refletindo uma crescente preocupação com o meio ambiente. Como resultado, foi percebido que os mesmos serviços proporcionados pela energia (iluminação, força motriz e aplicações como aquecimento, controle ambiental, dispositivos eletroeletrônicos, etc.) poderiam ser entregues com menor consumo energético, originando benefícios econômicos, ambientais, sociais e culturais (EPE, 2007).

Não sem motivo, nos últimos anos, dedicou-se grande atenção em diferentes setores de negócio para desenvolver um sistema padrão para gestão de energia. Como ainda não foi desenvolvido um método geral para aplicação de um sistema de gerenciamento de energia, que seja aplicável e abranja todas as áreas, Schulze *et al.* (2016) analisaram mais de 40 artigos de estudos práticos, na sua maioria em indústrias ao redor do globo, que se encaixassem no tema “sistema de gestão de energia.

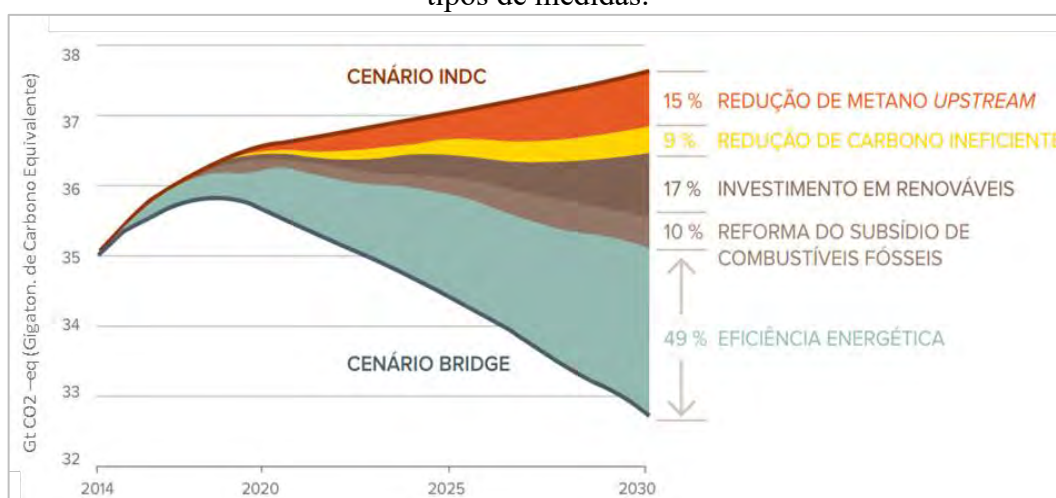
Destacam que os estudos provaram a necessidade de uma estratégia e de uma política energética de longo tempo, um planejamento energético e o estabelecimento de objetivos claros relacionados à diminuição dos gastos de energia na empresa, somente assim, um sistema de gestão de energia teria resultados satisfatórios.

Nesse cenário, a crescente preocupação com as mudanças climáticas resultantes do aquecimento global, que é impulsionado pela produção e uso de energia, trouxe à tona novos e irrefutáveis argumentos para destacar a importância da eficiência energética ao considerarmos a oferta e demanda de energia. Esse senso de urgência é relevante inclusive no contexto brasileiro, onde quase metade da matriz energética é proveniente de fontes renováveis (EPE, 2016).

Assim, conforme Lamberts (2014) explica em seu trabalho, variadas iniciativas foram sendo desenvolvidas e aprimoradas ao longo dos anos visando categorizar e mensurar os custos energéticos em equipamentos e edifícios, assim como propor caminhos para um consumo de energia mais sustentável, evidenciados nos casos dos programas de rotulagem de equipamentos e edifícios públicos.

Melhorar o desempenho energético de uma organização pode acarretar em vantagens significativas através da otimização do uso de recursos energéticos e outras medidas ligadas à diminuição do consumo e ao aumento da eficácia. De fato, ações voltadas para a promoção da eficiência energética correspondem a cerca de 50% do potencial de redução das emissões de gases de efeito estufa globalmente, conforme demonstrado na Figura 8, em determinados cenários estudados (FOSSA, 2017).

Figura 8 - Potencial de redução de emissão de gases de efeito estufa a partir de diferentes tipos de medidas.



Fonte: International Energy Agency, 2015.

Além do mais, os esforços para implementação de modelos de processos e consumo eficiente tornou-se uma exigência moderna de conscientização energética, a muito discutidos nos meios acadêmicos e cada vez mais difundida no meio corporativo (LAMBERTS, 2014). O compromisso com a sustentabilidade se tornou um referencial para diversos consumos energéticos e para o consumidor final norteando de forma direta as ações corporativas nesta direção

3.3 Eficiência Energética em Edificações

No Brasil, as edificações urbanas (indústrias, comércios e residências) respondem por cerca de 79% do total do consumo de energia no Brasil, de acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022 (ano-base 2021). A despesa com energia, para esses consumidores, costuma ser proporcional ao alto consumo, pesando significativamente no orçamento.

Conforme também apontado por Riascos e Palmiere (2015), os edifícios comerciais e residenciais se destacam como grandes consumidores de energia, sendo responsáveis por cerca de 30% a 40% de todo o consumo de energia primária em países desenvolvidos. A maior parcela dessa energia é utilizada para atender às demandas de sistemas internos de refrigeração e aquecimento, enquanto sistemas de iluminação e segurança consomem uma proporção menor. No setor comercial, o sistema de ar condicionado representa 48% de todo o consumo final de energia, seguido pela iluminação com 24%, os equipamentos de controle do edifício com 15%, e elevadores e outras cargas consomem 13%.

De acordo com Kazemi *et al.* (2017), várias medidas podem ser implementadas para diminuir o consumo de energia nesses setores, especialmente relacionadas à maneira como os edifícios operam. Estas ações abrangem reformas e modernização das instalações, aprimoramento da envoltória dos edifícios, atualizações dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, melhorias nos sistemas de iluminação e adoção de tecnologias avançadas, como sistemas de sensores e controladores de automação.

Além disso, como nas observações de Gonçalves (2015), os critérios para determinar quando é necessário recorrer à iluminação artificial e à climatização em um ambiente estão intrinsecamente ligados ao planejamento arquitetônico (abrangendo o projeto solar, de iluminação e a exploração da ventilação natural, entre outros aspectos). Tais considerações devem igualmente abarcar as propriedades térmicas e físicas da edificação, bem como as particularidades do uso e ocupação, em conjunto com a eficácia dos sistemas empregados.

Gonçalves ainda destaca que o consumo energético no domínio da construção pode variar substancialmente entre distintas regiões e países, dependendo da zona bioclimática específica. Além das características climáticas do local, fatores como a capacidade financeira, disponibilidade tecnológica, padrões culturais e o conforto ambiental desempenham um papel crucial na influência direta sobre o gasto energético de um edifício.

Uma outra abordagem para reduzir os custos está relacionada à implementação de microssistemas geradores de energia em edifícios, como a instalação de painéis solares fotovoltaicos. De acordo com o Ministério de Minas e Energia o Brasil bateu recorde de expansão da energia solar em 2023, alcançando o segundo lugar na matriz elétrica brasileira (BRASIL, 2023). Dado o abundante recurso de radiação solar no país, essa estratégia se mostra vantajosa para a adoção da energia solar e a aplicação da tecnologia fotovoltaica no país. Os sistemas solares fotovoltaicos podem ser incorporados ou integrados à edificação e conectados à rede elétrica.

Nesse sentido, corroborando com Galvão *et al.* (2017), tais fatos são elementos que se alinham à tendência de modernização de edifícios já existentes, possibilitando a otimização dos níveis de consumo de energia ao mesmo tempo que elevam o desempenho e o conforto ambiental.

3.4 Gestão Energética em Instituições de Ensino Superior

Uma Instituição de Ensino Superior (IES), independentemente de sua localização no mundo, é constituída por uma ou mais edificações, que abrigam uma variedade de atividades e perfis de ocupação. Devido a essa natureza, as Instituições de Ensino superior são organizações que requerem quantidades consideráveis de energia elétrica.

Segundo as observações de Chung e Rhee (2014), as edificações de natureza universitária frequentemente possuem uma idade avançada e, ao decorrer do tempo, são modificadas para acomodar as tecnologias necessárias aos usos contemporâneos. Tais ajustes tendem a resultar em um aumento no consumo de energia e, em algumas situações, em desperdícios energéticos, destacando a importância de explorar o potencial de eficiência energética dentro dessas instituições.

Conforme destacado por Alshuwaikhath e Abubakar (2008), bem como Ribeiro *et al.* (2018), o consumo consciente de energia e outras medidas relacionadas ao desempenho ambiental das operações têm sido cada vez mais adotadas por universidades e faculdades em

todo o mundo. De acordo com Oyedepo *et al.* (2016) as IES consomem quantidades significativas de energia diariamente, representando um desafio formidável para qualquer administração responsável.

Nessa perspectiva, a criação de indicadores compilados como ferramentas de avaliação e apoio à tomada de decisões oferece uma abordagem holística de avaliação e leva em consideração critérios que atendem ao contexto local, permitindo ajustes para melhorias contínuas (ALGHAMDI, *et al.*, 2017). Assim sendo, as IES carecem de modelos ou métodos não só para avaliar, mas também comparar o desempenho e, portanto, certificar-se de que suas ações estão sendo conduzidas em uma direção certa.

Dentro deste cenário, a administração da energia em um edifício educacional se alinha com as metas de eficiência energética, sustentabilidade e os elementos ligados ao consumo energético. Nesse sentido, um Sistema de Gestão Energética (SGEn) é uma importante ferramenta no propósito agir para reduzir o consumo de energia, acarretando, por conseguinte, na diminuição das emissões de gases de efeito estufa.

Este fato também pode contribuir para a melhoria da imagem pública da organização, por apresentar ao público a sua operação de maneira ponderada, em relação à eficiência energética, e de forma conciliadora com ferramentas práticas de gerenciamento de suas responsabilidades ambientais (DIAS *et al.*, 2021). Portanto, é neste contexto que foi criada em 2011 a ISO 50001 com o intuito de incentivar as empresas e organizações a produzir e consumir energia de forma sustentável e eficaz, embasando na implantação e manutenção do SGE

3.5 ISO 50001: Sistemas de Gestão de Energia (SGE)

A ISO (*International Organization for Standardization*) é uma federação global de entidades nacionais de padronização (os membros da ISO). O desenvolvimento das normas internacionais é tipicamente conduzido por comitês técnicos da ISO. Cada membro com interesse em um tema específico, que possua um comitê técnico dedicado, tem o direito de ter representação nesse comitê.

A principal tarefa dos comitês técnicos é preparar as normas internacionais, onde os projetos adotados pelos comitês técnicos são distribuídos aos membros para votação. Para que uma Norma seja publicada internacionalmente, é necessário obter a aprovação de, no mínimo, 75% dos membros que possuem o direito de voto. A ISO 50001 foi preparada pelo Projeto Comitê ISO / PC 242, Gestão de Energia.

A norma ABNT NBR ISO 50001: Sistema de Gestão de Energia (2018) é uma norma internacional que estabelece práticas para a implantação de Sistemas de Gestão de Energia Elétrica nas empresas e organizações. Segundo Stefanello (2018), é uma norma reconhecida mundialmente que estabelece um Sistema de Eficiência Energética para todos os tipos de organizações, sejam indústrias, comércios, setores públicos independentemente do segmento.

No Brasil, a norma é disponibilizada pela ABNT e é conhecida como ABNT NBR ISO 50001 (ABNT NBR ISO 50001, 2011). Sua publicação ocorreu em 15 de junho tanto na ISO e em seus países membros, quanto no Brasil (ABNT, 2011).

Em 2011, a ISO 50001 foi introduzida com o propósito de instaurar uma melhoria contínua no desempenho energético das organizações que a adotam. Ao implementar a norma ISO 50001, a empresa automaticamente aprimorará sua eficiência energética, reduzirá o consumo de energia e adotará uma abordagem mais consciente em relação ao uso de recursos, resultando em uma maior viabilidade de suas atividades (FOSSA, 2017).

No ano de 2018, ocorreu uma atualização da ISO 50001:2011 para a ISO 50001:2018, a qual incorporou o *High Level Structure (HLS)* adotado em todas as normas ISO. Grande parte das diretrizes presentes nessa norma é influenciada pelo HLS, enquanto outras são especificamente focadas na gestão de energia.

A primeira seção da norma ABNT NBR ISO 50001:2018 apresenta o seguinte:

“Esta Norma especifica os requisitos de um sistema de gestão da energia (SGE), sobre os quais uma organização pode desenvolver e implementar uma política energética, estabelecer objetivos, metas e planos de ação que considerem requisitos legais e informações relativas ao uso significativo de energia” (ABNT, 2018).

ISO 50001 é um sistema de gestão de energia focado em melhoria contínua, e é fundamentada no ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act). Este ciclo trata-se de uma metodologia que preza por “Planejar – Fazer – Verificar – Agir/Ajustar, uma técnica de gestão interativa que consiste justamente nestes quatro passos e que tem como objetivo melhorar os processos e os produtos de forma contínua, como ilustrado na Figura 9.

Ao longo do tempo, o ciclo PDCA passou por diversas modificações até evoluir para sua forma atualmente reconhecida. De fato, sua concepção original visava sua aplicação na gestão da qualidade, sendo uma ferramenta recomendada para promover melhorias contínuas na qualidade de produtos e serviços em todas as empresas.

Mas o ciclo PDCA foi sendo bem-sucedido e amplamente usado na compreensão do processo administrativo e para a solução de problemas que não são facilmente visualizados, podendo ser dividido em 5 passos:

- Perceber a dificuldade;
- Localizar o problema;
- Definir o problema;
- Sugerir possíveis soluções e desenvolver através do raciocínio as influências sugeridas;
- Observar posteriormente as soluções aplicadas, que levam a sua aceitação ou rejeição.

Figura 9 - Ciclo PDCA



Fonte: Fossa e Sgarbi (2017)

De acordo com a NBR ISO 50001 DE 2018, no contexto de gestão da energia, a abordagem PDCA pode ser descrita como a seguir.

- I. **Plan (Planejar):** compreender o contexto da organização, estabelecer uma política energética e uma equipe de gestão da energia, considerar as ações para enfrentar os riscos e oportunidades, conduzir uma revisão energética, identificar os usos significativos de energia (USE), os indicadores de desempenho energético (IDE), a(s) linha(s) de base energética(s) (LBE), objetivos e metas energéticas, e planos de ação

necessários para obter resultados que levarão à melhoria do desempenho energético de acordo com a política energética da organização.

- II. **Do (Fazer):** implementar os planos de ação, controles de operação e manutenção, e comunicação, assegurar competências e considerar o desempenho energético no projeto e aquisição.
- III. **Check (Checar):** monitorar, medir, analisar, avaliar, auditar e realizar análise(s) crítica(s) pela direção do desempenho energético e do SGE.
- IV. **Act (Agir):** adotar ações para tratar não conformidades e melhorar continuamente o desempenho energético e o SGE.

O ciclo PDCA adaptados as aplicações da ISO 50001 também podem ser analisados na

Figura 10 a seguir. Requisitos com orientação para uso e afins se mostra um instrumento valioso na estratégia de reconhecimento internacional que auxilia as organizações a implantarem um SGE e usar sua energia com mais eficiência (ABNT, 2018).

Figura 10 - Ciclo PDCA aplicado na ISO 50001



Fonte: NBR ISO 50001 (Segunda edição 31/08/2018).

A gestão energética de uma organização alinha os objetivos de eficiência energética, de sustentabilidade e dos agentes relacionados com o consumo de energia, delimitando alternativas que determinem o aprimoramento da utilização de energia por meio de ações, orientações e adesão de medidas de gestão econômica, controle de materiais e controle recursos humanos (BRASIL, 2015; SCHINAZI *et al.*, 2018).

Nesse cenário, um Sistema de Gestão de Energia (SGE) é um recurso metodológico valioso na obtenção de melhoria contínua do desempenho energético de uma organização e de acordo com Pineda *et al.* (2014), pode se tornar uma ferramenta indispensável na redução de custos energéticos ao ser implantado em instituições públicas pelo Brasil, inclusive Instituições de Ensino.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A construção de uma pesquisa científica pode convencer tanto especialistas quanto leigos sobre a importância de se repensar critérios, princípios, valores, competências e posicionamentos sobre um problema a ser abordado (ROBSON, 2011; MILES, HUBERMAN e SALDAÑA, 2014). Por esse motivo, Creswell (2007) aponta que os procedimentos metodológicos são um dos principais e mais complicados itens de uma pesquisa científica, demandando um notável cuidado em suas descrições para que assim seja direcionado os esclarecimentos de uma problemática a um resultado coerente e ético dos objetivos científicos pretendido.

Sabendo disso, em síntese, pode se dizer que a metodologia científica permite incluir na investigação de uma problemática um conjunto de técnicas que tornam possível a construção da realidade, o potencial criativo do investigador e as concepções teóricas de abordagem a serem discutidas e encontrar soluções embasadas para os questionamentos presentes no trabalho científico (MINAYO, 2002). Para tanto, será importante neste capítulo, discutir a respeito do delineamento da pesquisa quanto a natureza, abordagem, objetivo da pesquisa, assim como coleta e análise de dados aplicados a este projeto.

4.1 Natureza da Pesquisa

Em conformidade com Turrioni e Mello (2012), este trabalho apresenta-se como uma pesquisa de natureza aplicada, uma vez que os resultados obtidos podem ser implementados a fim de solucionar problemas reais do uso de energia elétrica na instituição estudada.

Para esta finalidade a pesquisa tem como proposta central desenvolver critérios que auxiliem na implantação de boas práticas na gestão do sistema energético do IFRO *Campus* Porto Velho Calama, utilizando como base o “Guia para Aplicação da Norma ABNT NBR 50001 – GESTÃO DE ENERGIA”, fornecido gratuitamente pelo Ministério de Minas e Energia.

Este guia, elaborado pela *International Copper Association Brazil*, foi desenvolvido com o objetivo de trazer proposições e requisitos estabelecidos na ABNT NBR ISO 50001 para o estabelecimento e implementação de um Sistema de Gestão de Energia por meio de explicações, interpretações da norma e exemplos que refletem a prática de organizações de diversos segmentos de mercado. Como nos informa Fossa e Sgarbi (2017), o objetivo deste guia é orientar uma organização pelo caminho que leva à adequada implementação e operação de um Sistema de Gestão de Energia.

4.2 Abordagem da Pesquisa

A abordagem adotada no trabalho é de natureza qualitativa em razão da complexidade do fenômeno estudado e de sua natureza de caráter social, evidenciando a necessidade de uma análise mais aprofundada e reflexiva (CRESWELL e POTH, 2018). Dessa forma, a adoção da abordagem qualitativa justifica-se em razão do trabalho não procurar quantificar dados ou variáveis, mas sim analisar como as coisas acontecem dentro do contexto pesquisado, utilizando de métodos e técnicas adequados para manter a qualidade e o rigor metodológico necessários para uma correta análise do fenômeno.

Ainda segundo Creswell (2007) quanto aos procedimentos da pesquisa qualitativa, estes podem se basear em dados de texto e imagem, têm passos únicos na análise de dados e usam estratégias diversas de investigação. Desta forma a pesquisa qualitativa se manifesta de forma interpretativa, e o pesquisador interage profundamente com os eventos investigados.

4.3 Objetivo da Pesquisa

Quanto aos fins, a pesquisa será classificada como exploratória e descritiva, ao proporcionar ao pesquisador uma maior familiaridade com o problema em estudo. Como o nome sugere, a pesquisa exploratória procura explorar um problema ou uma situação para prover critérios e compreensão (BARROS & LEHFELD, 1990, p. 39). Ela utiliza métodos bastantes amplos e versáteis onde os métodos empregados compreendem: levantamentos em

fontes secundárias (bibliográficas, documentais, etc.), levantamentos de experiências, estudos de casos selecionados e observação informal (direta e indireta).

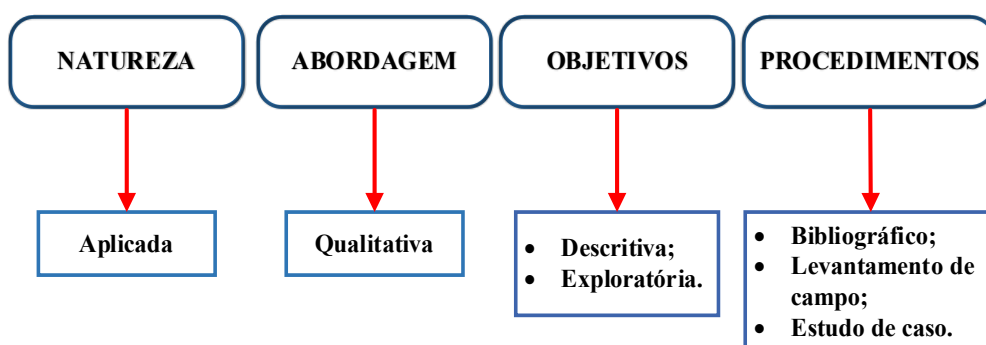
Quanto a pesquisa descritiva, de acordo com Gil (2010), esta inclui um estudo observacional, onde o processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo. Sabendo que a grande contribuição da pesquisa descritiva é proporcionar novas visões sobre uma realidade já conhecida, este trabalho pretendeu, com embasamento a partir do guia de aplicação da ABNT NBR ISO 50001, identificar possíveis problemas no setor elétrico do IFRO Calama, interpreta-los e propor ações que possam tornar mais eficiente este consumo no *campus*.

Nesse sentido, este trabalho também é um estudo de caso realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia *Campus* Calama na cidade de Porto Velho, em razão das características do objeto de pesquisa e da familiaridade do pesquisador com a instituição, permitindo uma maior acurácia na análise dos dados.

4.1 Resumo dos procedimentos metodológicos

Para uma melhor compreensão sobre os processamentos metodológicos adotados neste trabalho, na Figura 11 é apresentado o resumo da tipologia da pesquisa a ser realizada no IFRO Calama.

Figura 11 - Tipologia da pesquisa



Fonte: O autor (2023)

4.2 Coleta de dados

A coleta de dados do trabalho foi realizada em três etapas distintas que serão apreciadas em maiores detalhes nos subtópicos a seguir.

4.2.1 Pesquisa Bibliográfica

De acordo com Gingras (2016, p. 23), a análise das diversas fontes torna-se mais ou menos sofisticada dependendo exclusivamente de sua disponibilidade na forma de um banco de dados. A facilidade de acesso às bases de dados online permite a realização de análises mais estruturada, levando em consideração a disponibilidade das mesmas.

De acordo com Archambault *et al.* (2009), por mais de 40 anos, o *Institute for Scientific Information (ISI)*, agora parte da *Thomson Reuters*, foi responsável por gerar e manter as únicas bases de dados bibliográficas, das quais os indicadores bibliométricos em grande escala eram compilados, agora reunidos sob a *Web of Science (WoS)*. Em 2004, a base de dados *Scopus*, sob responsabilidade da Elsevier, surgiu, resultando no aumento significativo de publicações de pesquisas até o presente.

Ao comparar as bases de dados *WoS e Scopus*, o estudo de Archambault *et al.* (2009) conclui que há evidências de que os indicadores de produção científica e citações em nível de país são estáveis e amplamente independentes do banco de dados. Além disso, essa afirmação é respaldada por estudos subsequentes de Baceta *et al.* (2019), que, ao compararem características das bases de dados *Web of Science e Scopus*, corroboram que as coberturas são praticamente as mesmas.

Portanto, considerando que esta etapa da pesquisa se fundamentou em publicações em bases de dados, após a análise das condições e razões dos bancos de dados de apoio a este estudo, optou-se pelas bases de dados *Web of Science e Scopus* para realização da bibliometria.

Além disso, outro fator decisivo na escolha das bases de dados em questão foi o uso do software RStudio (versão 2023.06.1 Build 524) através da biblioteca Bibliometrix para realizar a bibliometria, uma vez que este pacote de programação é limitado a apenas estas duas bases de dados.

Ainda no que se refere à pesquisa bibliográfica, esta forneceu o embasamento teórico necessário para a discussão de um panorama geral sobre o uso da ABNT NBR ISO 50001, bem como a utilização de seus critérios para criação de um Sistema de Gestão de Energia (SGEn) em Instituições de Ensino públicas ou privadas.

Para tal, também foram utilizadas teses e dissertações de universidades brasileiras, disponíveis em repositórios institucionais online, que abordaram sobre a NBR ISO 50001 em

estudos de caso em suas dependências e que trouxeram luz a dificuldades, experiências e/ou ações que poderiam ser úteis no decorrer desta pesquisa.

A estrutura pesquisa bibliográfica foi pautada em investigações de estudos acadêmicos que primassem por apontar estratégias de redução de consumo de energia elétrica e, como suporte, foi utilizado o Guia para Aplicação da Norma ABNT ISO 50001 (FOSSA, 2017). Este Guia está disponível gratuitamente no site do Ministério de Minas e Energia e traz na íntegra as proposições e requisitos estabelecidos na ISO 50001 para o estabelecimento e implementação de um Sistema de Gestão de Energia por meio de explicações, interpretações da norma e exemplos que reflitam a prática de organizações de diversos segmentos de mercado.

4.2.2 Pesquisa Documental

Assim como nos mostra o estudo de Ribeiro *et al.*(2023), a coleta de dados realizada por meio da pesquisa documental é considerada um dos recursos da pesquisa qualitativa onde o pesquisador utiliza documentos como fonte de pesquisa para auxiliá-lo na compreensão de determinados fenômenos documentados, que podem ser utilizados como método autônomo ou para complementar pesquisas qualitativas que se utilizam de outras metodologias de constituição e análise de dados.

Este estágio da pesquisa documental arvorou-se em três etapas diferentes: a pré-análise, a organização do material e análise dos dados coletados.

Na fase de pré-análise, frente ao contexto da organização buscou-se junto aos órgãos competentes do IFRO Calama quais foram as ações institucionais realizadas pela instituição focadas na busca pela melhoria do consumo de energia elétrica e que tiveram maior relevância para a Instituição nos últimos dois anos .

No ano de 2015 foram instituídas as regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável - PLS, no âmbito da Reitoria e dos *Campi* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, conforme determina a alínea "b" do inciso I do art. 11 do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012 e demais legislações vigentes sobre a matéria

A partir daí, o IFRO como um todo, vem buscando em suas atividades que o Desenvolvimento Institucional do IFRO deva ocorrer de forma sustentável em suas dimensões econômicas e sociais (IFRO, 2018). O Instituto tem demonstrado, de forma responsável, práticas sustentáveis que possam ser adotadas pelos diversos *campi* no estado de Rondônia.

Corroborando com o PLS, nos últimos anos o Instituto Federal de Rondônia *Campus Calama* passou por importantes processos de transformação e modernização, e tem buscado, na dimensão econômica, o consumo racional dos recursos disponíveis em suas dependências. No entanto, para esta pesquisa, foi decidido por avaliar as duas maiores e, por consequência, as principais ações de eficiência energética voltadas ao consumo de eletricidade implementadas no *campus* nos anos de 2022 e 2023, sendo elas: Projeto de Eficiência Energética no IFRO – Porto Velho (PEE-IFRO) e a instalação da Planta de Usina Fotovoltaica do IFRO Calama.

A escolha em analisar os projetos acima citados se deu pelo fato de as ações já realizadas pelos projetos corroboram com critérios que a ABNT NBR ISO 50001 preconiza ao ser implementado um sistema de gestão energética em uma determinada organização. Além do mais, os trabalhos executados nos projetos em questão são ações que esta pesquisa pretendia aventar a possibilidade de sua execução no *campus*. No entanto, ao longo do estudo, houve a aprovação e implementação destes projetos, impactando diretamente o objetivo inicial desta pesquisa e levando a investigar os efeitos no consumo elétrico do Instituto no ano de 2023 após a completa implementação dos projetos em 2022.

Além disso, também foram requeridas ao Departamento de Planejamento e Administração (DEPLAD) as contas de energia do *campus* dos anos de 2022 e 2023 afim de buscar informações sobre o consumo de energia, bem como os valores pagos pela instituição nestes anos.

Após escolha dos materiais relevantes para pesquisa, os materiais encontrados foram armazenados em pasta compartilhada no Google Drive para que pudesse ser consultado por todos os participantes da pesquisa.

4.2.3 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo foi realizada em duas etapas e em momentos diferentes ao longo deste trabalho. Na primeira etapa, foi realizado vistoria das instalações elétricas do IFRO Calama com o intuito de registrar a conservação dos equipamentos bem como situações de risco elétricos que devam ser incluídas no plano de manutenção ou melhorias futuras.

Para a segunda etapa foi elaborado um plano de vistoria de utilização de energia do *campus* nos horários ponta, compreendido entre 18h às 21h aos consumidores de Porto Velho, com o intuito identificar possíveis desperdícios de energia causados por má utilização,

especificamente, de iluminação, ar condicionado e aparelhos eletrônicos como computadores e multimídia.

O chamado horário de pico, também conhecido como horário de ponta, é o momento de um dia em que acontece o maior consumo de energia elétrica pela população e geralmente ocorre na maior parte do Brasil entre 18h e 21h. Os horários de ponta, intermediário e fora de ponta são definidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL nas revisões tarifárias, que ocorrem em média de quatro em quatro anos. Entretanto, existem variações de horários de acordo com o definido por cada concessionária de energia. Nesta parte do dia, as concessionárias precisam fornecer uma maior quantidade de energia para a demanda de consumo tanto das famílias quanto das indústrias e comércio.

Além disso, é nesse período que a grande maioria das pessoas estão em casa e acabam ligando as luzes, tomando banho e colocando os eletrodomésticos em funcionamento e acaba sendo o momento mais crítico para o fornecimento de energia elétrica pelas concessionárias brasileiras e por isso é o que tem o valor da tarifa de energia elétrica mais caro, levando muitas empresas e indústrias a buscar reduzir o uso de equipamentos durante esse horário, a fim de reduzir o valor da conta de luz no fim do mês.

Para esta vistoria de utilização, dentre os três prédios do *campus*, optou-se em vistoriar apenas o Bloco B por se tratar de um prédio majoritariamente utilizado para ministrar aulas, sua distribuição de cargas instaladas não possui variações relevantes e, além disso, havia uma percepção dos professores do *campus* que a utilização destas salas em horário ponta não estaria sendo correta, principalmente no período de 18h às 19h, havendo relatos da permanência de alunos em sala após as aulas do período da tarde.

Neste intervalo o IFRO não possui aulas regulares, exceto em dias circunstanciais ao longo do ano onde estas salas poderão ser utilizadas por algum curso de graduação para fechamento de carga horária.

Também foi definido a semana de 23 a 27 de outubro de 2023 para a realização da vistoria por historicamente ser o mês de maior consumo do *campus*. Em seguida foi elaborado um roteiro de vistoria para ser usada por cada integrante do grupo de pesquisa contendo o direcionamento das informações a serem coletadas ao longo das visitas. O roteiro desta etapa pode ser conferido no Apêndice B em sua completude.

4.3 Análise dos Dados

Para a etapa de análise dos dados desta pesquisa foi realizada a análise de conteúdo dos dados obtidos, tendo em vista que, conforme nos informa Bardin (2016), essa técnica visa por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos descrever o conteúdo das mensagens e estabelecer indicadores que permitem realizar inferências de conhecimentos acerca do problema da pesquisa.

4.3.1 Análise Bibliográfica

Esta etapa da pesquisa, foi destinada a análise sistêmica. Desta forma, para este estudo, definiu-se a análise de dados através do estudo dos resultados precisos de levantamento de pesquisa qualitativa, de modo a examinar as relações entre as variáveis a fim de responder às questões levantadas na discussão.

Para o mapeamento dos artigos foi realizado buscas a partir das palavras-chave pesquisadas em “título”, “palavra-chave” e/ou “resumo”, sendo usados os termos “energy”, “management” e “ISO 50001”, seguindo a expressão booleana *(energy or management) and "ISO 50001"*. Além disso, também foi feita a limitação por artigo de periódico e artigo de revisão. Para este trabalho foi considerado na pesquisa o período de 2011, ano do lançamento da norma em questão, até julho de 2023.

Como critérios de exclusão foram excluídos artigos com os temas que não abordam o contexto da proposta nesta revisão bibliográfica, artigos repetidos, com insuficiência de dados ou que fogem da temática das palavras-chave.

Em seguida os arquivos salvos em cada base foram compilados com as principais informações de cada arquivo e salvos na extensão *.CSV para que posteriormente possam ser analisados usando o software RStudio.

Em relação a preparação do ambiente para análise dos dados, fez-se o download e instalação do Software R (versão 4.3.1 – Windows 86/64 bits). Em seguida, download e instalação do RStudio (versão 2023.06.1 Build 524). Após a instalação destes softwares, os mesmos foram iniciados, e para acessar a interface web, proposto em linguagem R para servir de apoio na análise bibliométrica, digitou-se os comandos no console do software *RStudio:library(bibliometrix)*, e em seguida, *biblioshiny()*, para que a interface web Biblioshiny fosse acionada. Após iniciado, o uso do Biblioshiny deu-se por meio do navegador Google Chrome definido como padrão.

A seguir, após abrir os arquivos *.CSV contendo os dados das diferentes bases, foi feita a junção dos documentos em uma única base de dados no software RStudio para serem realizadas as análises pertinentes. Foi usado a função “*Bibliometrix:mergeDbSources()*” do RStudio para realizar essa tarefa, e utilizando o argumento “*remove.duplicated = TRUE*”, os documentos duplicados foram removidos. Os dados foram reunidos em um único arquivo *.CSV, foi salvo e carregado para que as informações fossem analisadas usando os recursos do programa.

Posteriormente este mesmo arquivo final na extensão *.CSV foi aberto usando o Microsoft Excel 2019 (versão 2102 – build 13801) e separados apenas o título e resumo de cada arquivo para ser feito a categorização de áreas de estudo de utilização da ABNT NBR ISO 50001. Estas áreas foram separadas em Indústria, Estudo sobre a Norma, Edifícios, Cidades, Conceitos gerais, Instituições de Ensino, Tecnologia e Portos / Aeroportos.

4.3.2 Análise Documental

A análise foi realizada seguindo as fases da técnica propostas por Bardin (2016), sendo a fase de pré-análise, a fase de exploração do material e por fim o tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Nesta fase de pré-análise foram seguidas as etapas de leitura flutuante, escolha dos documentos, formulação dos objetivos da pesquisa e elaboração de indicadores. O primeiro contato da leitura flutuante foi realizado por meio dos documentos relacionados a ações e/ou projetos de eficiência energética realizados nas dependências do *campus*.

Após leitura dos principais documentos institucionais voltados a ações de eficiência energética no *campus*, três principais documentações foram elencadas para o aprofundamento da leitura e investigação dos dados, sendo eles: Contas de energia do IFRO Calama nos anos de 2022 e 2023, o Projeto de Eficiência Energética no IFRO – Porto Velho (PEE-IFRO) e a instalação da Planta de Usina Fotovoltaica do IFRO Calama.

Buscou-se analisar nas contas de energia o consumo e valores das faturas de forma a comparar os valores de referências antes e após a implementação dos projetos acima citados. Além disso, pretende-se investigar se as metas de consumo estabelecidas pelos projetos foram alcançadas de forma satisfatória após sua completa implementação.

Para análise do Projeto de Eficiência Energética no IFRO *Campus* Calama em Porto Velho, foram feitas acareações dos dados de consumo de energia apenas entre os meses de

janeiro a junho dos anos de 2022 e 2023, uma vez que o término da execução do PEE-IFRO se deu em dezembro de 2022 e o projeto da Usina Solar iniciou seu funcionamento em junho de 2023, podendo impactar na análise dos resultados encontrados após sua implantação.

Para a análise dos resultados do projeto da Usina Solar foram comparados os valores de consumo de energia entre os meses de junho a dezembro de 2023, em relação aos mesmos meses no ano anterior, a fim de entender quais foram os efeitos no consumo do IFRO e quais propostas de melhorias poderão ser implementadas no *campus* após análise.

Ambos os projetos foram analisados e feitas comparações entre a situação atual com suas respectivas metas após suas implementações no *campus*.

A seguir, como escopo de estudo documental, será apresentado em maiores detalhes os principais dados do Projeto de Eficiência Energética no IFRO – Porto Velho (PEE-IFRO) e a instalação da Planta de Usina Fotovoltaica do IFRO Calama, assim como os objetivos e metas previstos nos dois projetos, além de apresentar parte do levantamento técnico realizado pelas empresas executoras dos projetos.

Vale ressaltar que os dados apresentados a seguir não são resultados encontrados pela equipe desta pesquisa, mas optou-se por mostrá-los diante das informações relevantes que os projetos trouxeram ao contexto desta pesquisa.

4.3.2.1 PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO IFRO *CAMPUS* CALAMA EM PORTO VELHO (PEE-IFRO)

O Programa de Eficiência Energética (PEE) são projetos ofertados pela concessionária do serviço público de distribuição de energia elétrica Energisa Rondônia Distribuidora de Energia S.A. Este programa é executado anualmente em atendimento à Cláusula do Contrato de Concessão de Distribuição de Energia Elétrica, à Lei nº 9.991/2000, Lei nº 13.203/2015, Lei nº 13.280/2016 e Lei nº 14.120/2021.

O objetivo do programa é prospectar e selecionar por meio de “Chamada Pública de Projetos”, propostas de projetos de eficiência energética no uso final de energia elétrica para unidades consumidoras pertencentes à área de concessão da Energisa. Vale ressaltar que os custos de implementação dos projetos são arcados exclusivamente pela concessionária.

Desde o início da atuação da empresa Energisa em Rondônia, em 2019, o Programa de Eficiência Energética (PEE), executado pela empresa no estado, já investiu mais de quatro milhões em projetos que beneficiaram instituições da área da Educação como o Instituto Federal

de Rondônia (IFRO) de Porto Velho e Colorado do Oeste, Universidade Federal de Rondônia (Unir) de Ji-Paraná, Sesi e Sesc (ENERGISA, 2023).

O “Projeto de Eficiência Energética no IFRO – Porto Velho” teve por objetivo a implementação de ações de Eficiência Energética nos sistemas de iluminação e condicionamento ambiental do *campus*, através da substituição de materiais e equipamentos convencionais existentes por equipamentos mais eficientes com Selo Procel de Economia de Energia, visando a redução do consumo de energia elétrica e da demanda de ponta utilizada pelo *campus*. Além disso, outro objetivo do projeto foi promover a difusão dos conhecimentos sobre conservação e uso racional de energia elétrica.

Este projeto foi desenvolvido pela Energisa Soluções S.A, que por anuência do grupo Energisa, forneceu o material e a mão de obra necessários para execução do projeto ao longo de 12 meses no ano de 2022. O custo estimado do objeto deste Convênio foi de R\$ 899.794,26 (oitocentos e noventa e nove mil, setecentos e noventa e quatro reais e vinte e seis centavos) o qual foi arcado exclusivamente pela empresa Energisa.

Os recursos financeiros foram empregados conforme especificados na Tabela 1 a seguir, onde pode-se verificar detalhadamente onde foi alocado cada recurso utilizado ao longo do desenvolvimento do projeto.

Tabela 1 - Especificação dos valores empregados no projeto

Itens	Valores Previstos (R\$)
(a) diagnóstico energético	R\$ 24.829,65
(b) projeto executivo	-
(c) Plano de Medição & Verificação	R\$ 20.293,51
(d) materiais e equipamentos	R\$ 614.262,08
(e) execução dos serviços	R\$ 191.730,13
(f) descarte dos materiais e equipamentos substituídos	R\$ 23.406,08
(g) Relatório de Medição & Verificação	R\$ 20.293,51
(h) treinamento e capacitação	R\$ 5.000,00
(i) divulgação e marketing	-
(j) avaliação dos resultados do projeto e relatório final	-
Total	R\$ 899.794,26

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

- *Diagnóstico Energético*

A eficiência energética busca otimizar o uso de recursos energéticos, seja reduzindo o consumo mantendo o mesmo nível de serviço ou aumentando a oferta de serviço sem aumentar

o consumo. O objetivo é beneficiar a qualidade de vida da sociedade, reduzindo o consumo de energia elétrica, promovendo valorização, segurança e conforto, eliminando desperdícios e incentivando o bom uso da energia para preservar o meio ambiente. Para alcançar o resultado esperado do projeto, foram propostas as seguintes ações condensadas na Quadro 1:

Quadro 1 - Objetivo do Projeto

Uso final	Ações de Eficiência Energética	Sistema proposto	EE (MWh/ano)	Redução Demanda de Ponta (KW)
Iluminação	Substituir lâmpadas que utilizam tecnologia obsoleta por equipamentos eficientes	3011 Lâmpadas LED	299,40	104,16
Condicion. Ambiental	Substituir equipamentos antigos do sistema de condicionamento ambiental por equipamentos com tecnologia inverter	48 Equipamentos HVAC modelo inverter	154,89	40,30

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

- *Descrição Inicial da Instalação*

O IFRO *Campus* Calama tem seu funcionamento de 06:30 às 22:30 e oferece Cursos Técnicos (Integrados e Subsequentes), Cursos de Graduação (Bacharelados, Licenciaturas e Tecnológicos), além de cursos de Pós-Graduação.

Os principais consumidores de energia do *campus* são os sistemas de iluminação e condicionamento ambiental, tendo seu insumo energético proveniente de energia elétrica, advinda da concessionária de energia, Energisa.

O *campus* também possui uma subestação que é alimentado pela rede primária da Energisa com entrada através da cabine primária de medição e proteção com disjuntor tripolar a vácuo de 630A. Esta, por sua vez, alimenta um transformador de 1000 kVA, 13,8kV / 380/220V que alimenta o QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão) atendendo os prédios do *Campus* Calama. O sistema não possui redundância de transformador.

Além disso o Instituto possui um gerador de energia (450kVA), visto na

Figura 12, que é acionado no momento em que ocorrer a interrupção do fornecimento de energia por parte da concessionária, atendendo a unidade até que seja reestabelecido o fornecimento de energia. Ressalta-se que apenas as cargas de iluminação e tomadas são alimentadas pelo gerador.

Figura 12 - Gerador de 450kVA



Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

- *Histórico de Consumo Considerado Para a Elaboração Projeto em 2020.*

A Tabela 2 a seguir apresenta, de forma resumida, o consumo de energia referente aos últimos 32 meses do IFRO, no entanto, os meses de março à agosto de 2020 não foram representativos, uma vez que as atividades do Instituto foram reduzidas drasticamente devido à Pandemia. Observa-se também que os anos de 2018 e 2019 são semelhantes em relação ao consumo, então, considerou-se para a média de consumo o período de março de 2019 à fevereiro de 2020.

Tabela 2 - Resumo do histórico de consumo elétrico do *campus*

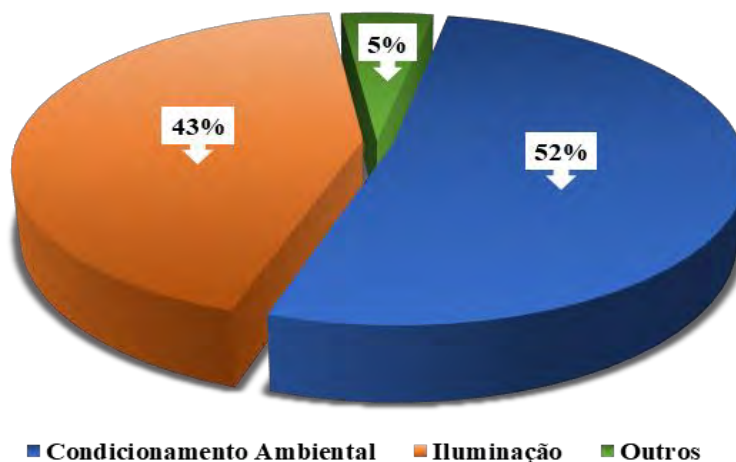
Item	2018	2019	Últimos 12 meses	Valores estimados projeto
Média Demanda Ponta (kW)	225	242	168	245
Média Demanda Fora ponta (kW)	340	354	241	361
Média Consumo Ponta (KWh)	8402	9484	6245	9478
Média Consumo Fora Ponta (KWh)	57964	62997	43911	63465
Média Custo Anual (R\$)	40.098,83	53.816,17	37.506,84	53.311,15
Total Custo Anual (R\$)	481.185,98	645.803,68	450.082,05	639.733,82

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

No Anexo A é possível ver mais detalhadamente o histórico de consumo durante os meses de janeiro de 2018 a agosto de 2020 representados em forma de tabela.

Quanto aos consumidores de energia elétrica, a estimativa de participação definida pelo projeto é proveniente, majoritariamente, do Uso Final Iluminação e Condicionamento Ambiental, conforme representado a seguir na Figura 13.

Figura 13 - Participação do uso final de Energia



Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

- *Sistema de Iluminação e Condicionamento de Ar Anterior ao Projeto*

O sistema de iluminação substituído era composto por lâmpadas Fluorescente Tubular, Fluorescente Compacta, Incandescente, Mista e Vapor de Sódio. O levantamento de campo foi realizado pelos técnicos da Energisa Soluções, sempre acompanhados de um representante do IFRO. Foram levantados tanto os dados técnicos dos equipamentos existentes como o perfil de utilização de cada ambiente proposto no projeto.

No Anexo B tem-se o registro completo do levantamento do sistema de iluminação existente até então e que foi contemplado pelo projeto, além da lista de material e o quantitativo de equipamentos que foram alvo da proposta de substituição.

Quanto ao sistema de condicionamento ambiental, o IFRO possui 161 unidades de ar condicionado, no entanto, 48 foram substituídos conforme determinação do projeto, sendo compostos por equipamentos modelo Split e Piso Teto. No Anexo C é apresentado a lista dos equipamentos que foram alvo do projeto de eficiência energética, contendo informações

importantes do levantamento como: modelo, potência, tipo de tecnologia, consumo hora ponta e fora ponta, etc.

- *Sistema Proposto de Iluminação*

As ações de eficiência energética propostas pelo projeto contemplaram a substituição do sistema de iluminação antigo, que utilizava tecnologias obsoletas e ineficientes por um sistema com tecnologia LED. Ao todo, o projeto contemplou a substituição de 3.011 lâmpadas obsoletas.

As informações dos dados de cada equipamento do sistema proposto se encontram nos catálogos do sistema proposto, submetidos no portal da Chamada Pública do projeto em questão. A justificativa para a implementação de novas tecnologias eficientes no sistema de iluminação da Instituição, deve-se ao fato de:

- Elevado tempo de utilização da instalação;
- Maior eficiência energética e luminosa;
- Eliminação dos reatores e de suas perdas;
- Vida útil até 3 vezes maior;
- Não emissão de raios UV (Ultra Violeta);
- Não utilização de metais pesados em sua composição (mercúrio).

Tabela 3 - Especificação das Luminárias Propostas

Lâmpada	Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência (lm/W)	Encaixe	IRC	Temp. de Cor	FP	Vida Útil (horas)	Garantia	Grau de Proteção
LED Bulbo	8	850	106,25	E27	≥ 80	6500	≥ 0,92	25000	3 anos	IP 20
LED Tubular	8	1000	125	G13 (T8)	≥ 80	6500	≥ 0,92	25000	3 anos	IP 20
LED Tubular	16	2000	125	G13 (T8)	≥ 80	6500	≥ 0,92	25000	3 anos	IP 20
Tubo LED T5 Pro VD	15	1850	123,33	G5 (T5)	≥ 80	6500	0,95	25000	3 anos	IP 40
Slim Plafon	15	1125	75	-	> 80	6500	0,5	30000	3 anos	IP 20
Refletor LED	30	1750	58,33	-	> 70	6500	≥ 0,92	25000	2 anos	IP 65
Refletor LED	150	1 5750	105	-	> 80	5700	≥ 0,95	35000	3 anos	IP 65
Ágata Fit	150	24000	160	-	> 70	5000	> 0,92	70000	3 anos	IP 65
Ares Midi	150	18000	120	suporte	> 70	5000	> 0,95	50000	5 anos	IP 66

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

Conforme previamente informado no edital de participação do projeto, todas as lâmpadas propostas possuem fator de potência (FP) $\geq 0,92$, distorção harmônica total (THD) $\leq 20\%$ para 220 V, conforme se pode verificar na Tabela 3 a seguir.

- *Sistema Proposto de Condicionamento Ambiental*

As ações de eficiência energética propostas contemplaram a substituição do sistema de condicionamento ambiental, que utiliza aparelhos Split e Piso Teto ineficientes, por um sistema com tecnologia inverter, totalizando 48 substituições.

As informações dos dados de cada equipamento do sistema proposto se encontram nos catálogos do sistema proposto, submetidos no portal da Chamada Pública e pode ser vista de forma resumida na Tabela 4 a seguir.

A justificativa para a implementação de novas tecnologias eficientes no sistema de condicionamento ambiental, deve-se ao fato de:

- Elevado tempo de utilização da instalação;
- Maior eficiência energética representada pelo COP (*Coefficient Of Performance*) elevado;
- Metodologia de operação eficiente, onde o compressor funciona atendendo apenas a carga necessária pelo ambiente;
- Utilização do Fluido Refrigerante R-410A, que é menos poluente e não prejudicial à camada de ozônio, pois não possui substâncias à base de cloro.

Tabela 4 - Especificação das Equipamentos HVAC Propostos

Modelo	Potência (BTU/h)	Potência (W)	COP (W/W)	Vida Útil (anos)	Garantia	Fluido Refrigerante
PVFI60B2NB	60000	5380	3,27	10	5 anos	R410A
4MXX6536G1000AA	36000	2933	3,6	10	5 anos	R410A
HVFI30B2IB	30000	2595	3,39	10	5 anos	R410A

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

- *Avaliação Ex Ante – Sistema de Iluminação*

A avaliação ex ante se trata de uma avaliação com valores estimados, na fase de definição, quando se avaliam o custo e benefício baseado em análises de campo, experiências anteriores, cálculos de engenharia, catálogos técnicos e avaliações de preço no mercado. Após a aprovação do projeto e execução, deve ser feita a avaliação ex post, uma avaliação com valores mensurados.

Conforme informado no projeto, na avaliação ex ante a Energisa Soluções já se mantém focada na avaliação ex post, sendo considerada para fins de apropriação do investimento realizado. Todas as suposições e estimativas, portanto, foram feitas de forma conservadora, buscando resultar em valores de energia economizada e demanda evitada que possam, com segurança, ser atingidas.

A avaliação ex ante, ou seja, o cálculo das metas energéticas do projeto foi realizado conforme metodologia estabelecida para cada uso final descrita no módulo 4 e seção 4.3 do PROPEE (Programa de Eficiência Energética – ANEEL), a saber:

- 1) A potência de cada lâmpada foi identificada em levantamento energético nas instalações do cliente beneficiado;
- 2) As lâmpadas foram agrupadas em sistemas com o mesmo regime de funcionamento, mesma lâmpada existente e mesma lâmpada proposta;
- 3) As potências consumidas por reatores foram consideradas conforme edital;
- 4) O funcionamento dos ambientes foi considerado conforme levantamento de campo apresentado no sistema atual;
- 5) Para o cálculo da vida útil das lâmpadas, utilizou-se a equação a seguir:

$$\text{Vida útil das lâmpadas} = \frac{\text{Vida útil da lâmpada (em horas)}}{\text{Tempo de utilização (em horas/ano)}}$$

- 6) Para cálculo da potência instalada (kW), considerou-se a equação a seguir:

$$P_{an} = \frac{p_{an} \times q_{an}}{1000}$$

Onde:

P_{an} = Potência instalada (kW)
 p_{an} = Potência da lâmpada (W)
 q_{an} = quantidade
 n = nº de sistemas

- 7) Para o cálculo do fator de coincidência na ponta (FCP), considerou-se o tempo obtido no levantamento de campo. Vale ressaltar que a consideração do horário de

ponta para a Energisa Rondônia são as 3 horas consecutivas compreendidas entre 18h00 e 21h00, com exceção de sábados, domingos e feriados nacionais.

$$FCP = \frac{(nhp \times nd \times nm) - 27}{765}$$

Onde:

nhp = número de horas na ponta
 nd = número de dias úteis
 nm = número de meses

8) A energia consumida (MWh/ano) foi calculada com base na potência instalada e no funcionamento anual de cada sistema:

$$E_{an} = \frac{P_{an} \times h_{an}}{1000}$$

Onde:

E_{an} = Energia consumida (MWh/ano)
 P_{an} = Potência instalada (kW)
 h_{an} = funcionamento (h/ano)
 n = nº de sistemas

Calculou-se as grandezas acima para os sistemas, até então, Atuais (a) e Propostos (p). De posse dessas informações, foi possível calcular os benefícios de Energia Economizada (EE) e Redução de Demanda na Ponta (RDP).

$$EE = \left[\sum_i^n (q_{ai} \times p_{ai} \times h_{ai}) - \sum_i^n (q_{pi} \times p_{pi} \times h_{pi}) \right] \times 10^{-6}$$

$$EE = \left[\sum_i^n (E_{ai}) - \sum_i^n (E_{pi}) \right]$$

$$RDP = \left[\sum_i^n (q_{ai} \times p_{ai} \times FCP_{ai}) - \sum_i^n (q_{pi} \times p_{pi} \times FCP_{pi}) \right] \times 10^{-3}$$

Vale ressaltar que $FCP_{ai} = FCP_i$, uma vez que não foram considerados dispositivos de controle.

Nos Anexo D e E pode-se ver o projeto de um modo geral, onde é possível observar o Sistema Anterior, o Sistema Proposto e os Resultados previstos para o uso final Iluminação.

Assim, de forma a estabelecer as soluções propostas e calcular os benefícios para o sistema de iluminação, foi realizado uma avaliação do sistema de iluminação existente antes do

projeto, contabilizada a quantidade de luminárias, lâmpadas e reatores existentes, bem como a carga instalada de iluminação do *campus*.

Além disso, foi realizado um estudo luminotécnico, utilizando o software Simon Lighting, dos ambientes típicos que foram objeto do estudo de eficiência, de modo a atender as exigências da NBR ISO 8995-1/2013, que estabelece os requisitos mínimos necessários para iluminação em ambientes internos. Sendo assim, o sistema proposto foi definido com segurança, não visando apenas a redução de potência das lâmpadas.

O Quadro 2 abaixo apresenta o resultado esperado para o sistema de iluminação proposto pelo Projeto de Eficiência Energética do IFRO *Campus Calama*.

Quadro 2 - Resultados esperados pelo projeto

RESULTADOS ESPERADOS ILUMINAÇÃO			TOTAL
Redução de demanda na ponta	kW	RDP _i	104,16
	%	RDP _i %	62,60
Energia economizada	MWh/ano	EE _i	299,4
	%	EE _i %	63,14
Benefício anualizado iluminação		R\$	B _{ILUM}
RCB _{ILUMINAÇÃO_PEE}	0,28	B _{DEMANDA}	51541,69
RCB _{ILUMINAÇÃO TOTAL}	0,28	B _{ENERGIA}	114551,3

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

- *Avaliação Ex Ante – Sistema de Condicionamento de Ar*

Quanto ao cálculo das metas energéticas do sistema de condicionamento de ar, também foi realizado conforme metodologia estabelecida para cada uso final descrita no módulo 4 e seção 4.3 do PROPEE (Programa de Eficiência Energética – ANEEL).

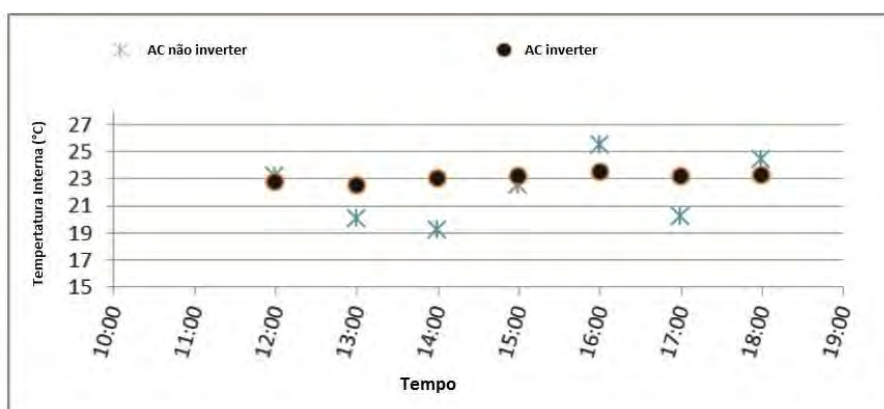
O dimensionamento da carga térmica para o condicionamento de um ambiente sempre é feito através do pior cenário externo possível, ou seja, no pico de temperatura do ar exterior no ano. Além disso, conforme descrito no trabalho de Khatri *et al.* (2017), o período de tempo onde é exigida a carga térmica total do aparelho ocorre normalmente entre os meses de dezembro e fevereiro e no restante do ano a carga térmica requerida é parcial.

Nos equipamentos tradicionais o compressor só alterna entre ligado ou desligado, portanto, mesmo que esteja resfriando o ambiente com carga parcial a operação consumirá a

potência elétrica máxima do compressor. Quando a temperatura chega a desejada, o compressor desliga.

Então, devido a alternância de funcionamento do compressor e outras mudanças repentinas que podem acontecer no interior do ambiente condicionado, existe oscilação na temperatura interna do ambiente. O compressor do ar-condicionado convencional só é religado a partir de um aumento de temperatura no ambiente interno, cerca de 3 graus, portanto há ineficiência causada no aparelho, já que a temperatura voltará a ser maior que a do “*setpoint*” ocasionando um aumento na energia térmica necessária para retornar a temperatura ajustada.

Figura 14 - Variação da temperatura interna com o *setpoint* em 21°C



Fonte: Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

A Figura 14 apresenta a diferença de variação no *setpoint* do aparelho inverter e o convencional durante um dia de medição, demonstrando de maneira prática a ocorrência de picos e vales no equipamento tradicional e uma linearidade no comportamento da temperatura no equipamento inverter (KHATRI *et al.*, 2017).

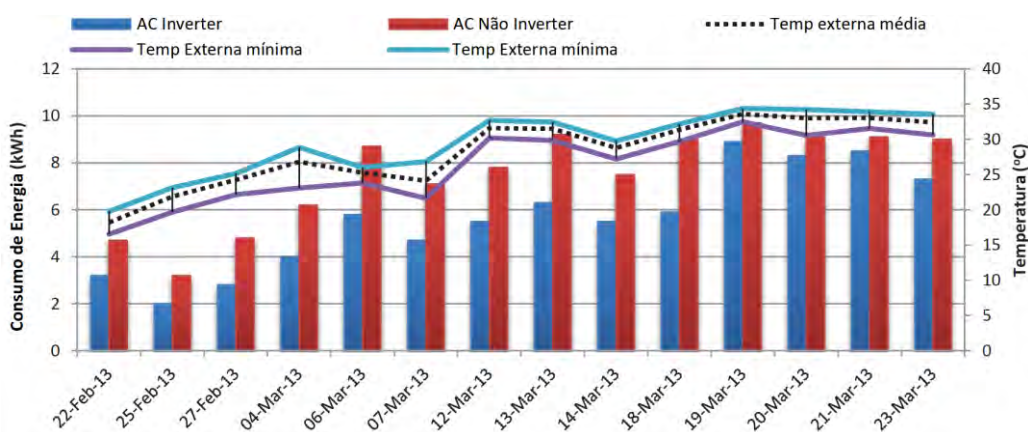
Teoricamente, no ciclo ideal de Carnot, o COP (*Coefficient Of Performance*) é dependente apenas da temperatura de evaporação e de condensação do fluido refrigerante. Nos aparelhos de ar-condicionado inverter a temperatura de evaporação se mantém constante, então a única variável do sistema é a temperatura de condensação. Com o fim de estudar apenas o comportamento do COP no ar-condicionado inverter, podemos considerar o ciclo ideal de Carnot (KHATRI *et al.*, 2017).

Outro fator relevante é o fato de a pressão de condensação ser diretamente influenciada pela potência no compressor e potência consumida pelo equipamento inverter ser modulada devido à carga térmica do ambiente, portanto o compressor não atinge uma pressão de condensação tão alta quanto em carga total. Para cada pressão de condensação, existe uma

temperatura de condensação associada, então concluímos que o COP será aumentado com a queda da pressão de condensação. O trabalho de Tassou (1998) demonstrou em seu trabalho que o COP em cargas parciais pode aumentar até 118% em equipamentos inverter com níveis baixos de carga térmica requerida.

Além disso, Khatri *et al.* (2017), em seu estudo, realizou a medição do consumo elétrico de ares-condicionados, com a mesma capacidade, submetidos a temperatura externa análoga, por um mês, em dois ambientes correspondentes. No ambiente 1 estava instalado um ar condicionado convencional com COP de 3,40 e no ambiente 2 estava um ar-condicionado inverter com COP de 3.25. O referido estudo demonstrou, através de medições constantes, que o equipamento tradicional, mesmo com o COP melhor que o do inverter, consumiu mais energia elétrica.

Figura 15 - Energia consumida diariamente em relação a temperatura média, máxima e mínima externa



Fonte: Adaptado Khatri *et al.* (2017)

Na Figura 15 podemos observar que, quanto maior a temperatura, ou seja, o ambiente mais próximo da sua carga térmica total, a diferença de consumo elétrico entre o equipamento convencional e o inverter diminui. Enquanto isso a diferença de consumo elétrico aumenta ao passo que a temperatura cai e o ambiente está requerendo menor carga térmica, demonstrando que o COP do equipamento, em cargas parciais, aumenta tanto quanto menor for a carga térmica do ambiente (KHATRI *et al.*, 2017).

Quanto ao cálculo do Fator de Utilização (FU) para os sistemas de ar condicionado, de acordo com os dados de temperatura extraídos do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa) ao longo dos últimos 3 anos anteriores ao projeto, para a cidade de Muriaé, pôde-se chegar a uma hipótese de tempo de funcionamento para os equipamentos de

ares-condicionados convencionais e de tempo em cargas parciais para o compressor inverter, coletando os dados diariamente às 09:00, 13:00, 16:00 e 20:00 para o horário GMT-3, horário de Brasília

Para se calcular a relação entre as ocorrências de determinadas temperaturas e carga térmica foram considerados as seguintes condições:

- Foi adotado que em temperaturas maiores que 31,5 graus o ambiente estará com carga térmica próxima a 100%;
- A temperatura de conforto foi adotada em 23 graus;
- Em momentos em que a temperatura externa fica mais baixa que a interna, existe a dissipação térmica de equipamentos e pessoas, portanto o equipamento de ar-condicionado continua operando. Além disso, existe a questão da umidade do ar externo em eventos de aberturas de porta;
- Mudanças repentinas de temperatura não foram consideradas nesse cálculo.

De posse das informações acima citadas, foi realizado uma média ponderada, entre as ocorrências de determinadas temperaturas e carga térmica, para analisar o consumo elétrico de um compressor de velocidade variável, considerando também a linearidade entre a capacidade de refrigeração e o consumo elétrico. Então tem-se:

$$\text{Consumo elétrico} = (\% * 100\% + \% * 75\% + \% * 50\% + \% * 25\%) * \text{Consumo Nominal}$$

De acordo com a fórmula exposta acima se calculou o consumo elétrico de um equipamento inverter para os horários disponibilizados pelo BDMEP em Porto Velho:

Quadro 3 - Consumo Nominal do equipamento inverter.

Hora	% Consumo Nominal
09:00	47,17%
13:00	71,37%
16:00	66,70%
20:00	33,69%

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

Chegando aos valores de % consumo nominal nos horários de medição, estes foram organizados de acordo com os tipos de ambientes encontrados no Instituto, conforme a seguir:

- 1) Sistemas 24h: foi utilizado a média dos consumos das 3 medições; 9:00, 13:00, 16:00 e 20:00.

- 2) Sistemas de 8h a 14h: utilizaremos a média dos consumos das medições de manhã e de tarde; 9:00, 13:00 e 16:00.

Com a porcentagem de consumo nominal esperada dos aparelhos inverter para o clima de Porto Velho, permitiu-se chegar a uma média de potência elétrica utilizada afim de calcular o fator de utilização, definido pela fórmula:

$$FU = \frac{\text{Potência Elétrica Média (kW)}}{\text{Potência Elétrica Nominal (kW)}}$$

No Quadro 4 pode-se verificar como ficou definido, de acordo com todas as condições acima, que os Fatores de utilização esperados foram:

Quadro 4 - Cálculo do fator de utilização.

Cálculo de FU Teórico	8 a 12 horas	24 horas
Velocidade Fixa	0,78	0,69
Velocidade Variável	0,62	0,55

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

Para se calcular os benefícios de Energia Economizada (EE) e Redução de Demanda na Ponta (RDP), foram considerados as seguintes condições:

- 3) A potência de cada equipamento foi identificada em levantamento energético nas instalações IFRO Calama;
- 4) Os dados de COP foram utilizados conforme Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), disponibilizado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) referentes ao equipamento selecionado e dados de fabricantes, através de dados de placa, com o devido registro fotográfico do equipamento instalado. Para fabricantes que não apresentam diretamente o COP do equipamento, o coeficiente de eficiência energética foi calculado dividindo a potência térmica em W pela potência elétrica também em W. Casos em que o COP não estava evidenciado nos dados de placa, a pesquisa foi feita na Tabela do INMETRO, tendo como base o modelo apresentado nos dados de placa. As

evidências para os COP utilizados se encontram no capítulo de registro fotográfico do projeto fornecido ao IFRO Calama.

- 5) Os equipamentos foram agrupados em sistemas com o mesmo regime de funcionamento, mesmo equipamento existente e mesmo equipamento proposto;
- 6) O funcionamento dos ambientes foi considerado conforme levantamento energético;
- 7) Para cálculo da potência instalada (kW), considerou-se a equação a seguir:

$$P_{an} = \frac{p_{an} \times 0,293 \times q_{an}}{1000 \times c_{an}}$$

Onde:

P_{an} = Potência instalada (kW)	
p_{an} = Potência de refrigeração (btu/h)	
q_{an} = quantidade	
c_{an} = coeficiente de eficiência energética (W/W)	
n = nº de sistemas	

- 8) Para cálculo do fator de coincidência na ponta (FCP), considerou-se o tempo obtido durante o levantamento energético e a fórmula a seguir, conforme item 4.2.5.1 do edital. Vale ressaltar que a consideração do horário de ponta para a Energisa Rondônia foram as 3 horas compreendidas entre 18h00 e 21h00, com exceção de sábados, domingos e feriados nacionais.

$$FCP_{an} = \frac{(nhp \times nd \times nm) - 27}{765}$$

Onde:

nhp = número de horas na ponta
 nd = número de dias úteis
 nm = número de meses

- 9) Fator de utilização utiliza a metodologia descrita acima.

$$P_{uan} = P_{an} \times FU \times q_{an}$$

- 10) A energia consumida (MWh/ano) foi calculada com base na potência instalada e no funcionamento anual de cada sistema:

$$E_{an} = \frac{P_{uan} \times h_{an}}{1000}$$

Onde:

E_{an} = Energia consumida (MWh/ano)

P_{uan} = Potência média utilizada (kW)

h_{an} = funcionamento (h/ano)

n = nº de sistemas

11) A demanda média na ponta foi obtida conforme segue:

$$D_{an} = P_{uan} \times FCP_{an}$$

Calculou-se as grandezas acima para os Sistemas Atuais (a) e Propostos (p). De posse dessas informações, foi possível calcular os benefícios de Energia Economizada (EE) e Redução de Demanda na Ponta (RDP). Vale ressaltar que se considerou $FCP_{ai} = FCP_{pi}$, uma vez que não foram analisados dispositivos de controle.

$$EE = \left[\sum_i^n (P_{uai} \times h_{ai}) - \sum_i^n (P_{upi} \times h_{pi}) \right] 10^{-3}$$

$$EE = \left[\sum_i^n (E_{ai}) - \sum_i^n (E_{pi}) \right]$$

$$RDP = \left[\sum_i^n (P_{uai} \times FCP_{ai}) - \sum_i^n (P_{upi} \times FCP_{pi}) \right]$$

As tabelas encontradas no Anexo F apresentam o Sistema Anterior, o Sistema Proposto e os Resultados para o uso final condicionamento ambiental.

Já o Quadro 5 a seguir apresenta o resultado esperado para o sistema de condicionamento de ar proposto pelo PEE.

Quadro 5 - Resultados - Condicionamento Ambiental

RESULTADOS ESPERADOS C. A.			TOTAL
Redução de demanda na ponta	kW	RDP _i	40,3
	%	RDP _i %	27,66
Energia economizada	MWh/ano	EE _i	154,89
	%	EE _i %	27,89
Benefício anualizado iluminação	R\$	B _{ILUM}	79199,92
RCB _{ILUMINAÇÃO_PEE}	1,23	B _{DEMANDA}	19939,73
RCB _{ILUMINAÇÃO TOTAL}	1,23	B _{ENERGIA}	59260,18

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

- *Avaliação Ex Ante – Todos Sistemas*

A Tabela 5 a seguir traz as informações do consumo e demanda na ponta do sistema avaliado pelo projeto. Com os valores obtidos na avaliação ex ante foi possível calcular tanto a economia de energia quanto a redução de demanda na ponta prevista.

Pode ser verificada ainda a Relação de Custo Benefício (RCB) encontrada durante esta fase do projeto, o benefício e o custo anualizado. As premissas adotadas para se chegar nestes parâmetros foram descritas na Proposta de Projeto e adotadas como metas a serem alcançadas ao fim da implementação.

Tabela 5 - Metas do Projeto EE IFRO Calama

Sistema	Iluminação	Condicionam. Ambiental	Total
Energia consumida-Sistema Atual (MWh/ano)	474,21	555,33	1029,54
Energia consumida-Sistema Proposto (MWh/ano)	174,81	400,44	575,24
Energia Economizada (MWh/ano)	299,4	154,89	454,29
Demanda Média na Ponta -Sistema Atual (kW)	166,38	145,7	312,09
Demanda Média na Ponta -Sistema Proposto (kW)	62,22	105,41	167,63
Redução de demanda na Ponta (kW)	104,16	40,3	144,46
Custo Total Anualizado (R\$)	R\$ 45.773,03	R\$ 97.492,20	R\$ 143.265,23
Custo Total Anualizado (R\$) com Contrapartida	R\$ 45.773,03	R\$ 97.492,20	R\$ 143.265,23
Benefício Anualizado (R\$)	R\$ 166.092,99	R\$ 79.199,92	R\$ 245.292,90
RCB PEE	0,28	1,23	0,58
RCB Total	0,58	0,58	0,58

Fonte: Adaptado Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

No dia 28/12/2022 através do Termo de Ciência de Término de Serviço, Energisa Soluções S/A informou ao IFRO Porto Velho Calama que foram concluídos todos os serviços de modernização dos sistemas de climatização e iluminação no *campus*, conforme previsto no projeto, não havendo qualquer reclamação ou pendência em relação aos serviços executados.

4.3.2.2 INSTALAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA NO IFRO PORTO VELHO CALAMA

Os arquivos deste projeto se encontram hospedados no Sistema Eletrônico de Informação no PROCESSO SEI Nº 23243.017203/2022-00. A seguir, também foi feito o

registro das ações e resultados de maior relevância deste projeto realizado no IFRO *Campus Calama*.

A partir da solicitação feita pela Diretoria de Administração da Reitoria, estudos foram realizados pela equipe multidisciplinar do Departamento de Engenharia e Infraestrutura - DEINF, sobre a demanda apresentada pela Administração quanto à instalação da Usina Solar, com vistas a redução dos custos com a aquisição de energia elétrica. Este setor é responsável pela gestão dos processos de planejamento, projeto, programação, construção e reformas, além da viabilização das obras nos Institutos Federais de Rondônia.

No âmbito do ensino, a planta fotovoltaica subsidiará estudos aos cursos ofertados pelo *campus*, nos eixos temáticos de controle de processos, meio ambiente (energias renováveis), eletroeletrônica, etc., sendo fonte de pesquisa aplicada nestas áreas e ainda em laboratório prático de instalação e manutenção.

No entanto, o principal objetivo deste estudo foi encontrar uma solução que permita a redução das despesas de custeio com energia elétrica das Instituições Federais de Rondônia – IFRO's, pois além do significativo valor envolvido, têm-se que esta demanda vem aumentando aos longos anos, muito em função da evolução natural de crescimento do órgão, aliada a sustentabilidade ambiental.

O estudo se encontra amparado pela Resolução Normativa nº. 482, de 17 de abril de 2012, onde a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabeleceu condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, do sistema de compensação de energia elétrica, entre outras providências. Assim, tornou-se possível um cliente abastecido por energia elétrica produzir energia de forma descentralizada e injetar na rede de distribuição elétrica que o abastece.

- *Estudo Técnico Preliminar 65/2021*

Há anos, a Pró-Reitoria de Administração (PROAD) tem planejado realizar esta obra tão necessária, tanto para a área pedagógica quanto administrativa, considerando a possibilidade de economia da ordem de 15% nas contas de energia dos *campi*.

Considerando o âmbito do ensino, a planta fotovoltaica subsidia estudos aos cursos de Meio Ambiente, Eletroeletrônica, Informática, Engenharias Elétrica além de Controle e Automação, seja através da avaliação de fontes alternativas, implementação de softwares dedicados à simulação do fenômeno (com alteração de variáveis como a disponibilidade de

radiação solar e inclinação das placas), ou mesmo através do estudo e desenvolvimento de sistemas de controle para maior automatização e melhoria da eficiência da planta.

No mercado brasileiro, existem pelo menos três opções disponíveis de captação de energia solar: sistemas fotovoltaicos conectados à rede (On-Grid); os isolados da rede (Off Grid); e sistemas de aquecimento solar, com a finalidade de geração de energia ou simplesmente aquecimento de água.

Conforme a Resolução 482, a ANEEL estabeleceu a micro e minigeração de energia renovável, para criar um mercado de geração própria de energia aqui no Brasil, surgindo assim a geração distribuída, ou sistema de compensação de energia. Essa geração distribuída se caracteriza pela instalação de geradores de pequeno porte para descontar a energia gerada como crédito em faturas cadastradas.

Entre as especificações, está a diferenciação entre micro e minigeração de energia solar que se refere à potência do sistema a ser instalado, podendo ser:

- Minigeração (75 até 5000 kW);
- Microgeração (até 75 kW).

Elas são conectadas na rede elétrica da concessionária e, quando é produzido energia excedente, ela é enviada para rede que redireciona para unidades consumidoras que necessitam, sendo que neste sistema pode-se gerar energia de várias formas:

- No próprio local – que é o caso do IFRO;
- Em um local para compensar em outro da mesma titularidade.

E, por fim, foi contratado empresa especializada para a execução das obras da usina fotovoltaica em questão, em consonância com os atuais instrumentos normativos e legais, em conformidade com o que foi projetado e orçado.

- *Descrição da Solução Como um Todo*

A energia solar fotovoltaica consiste na geração de energia elétrica através da luz do sol, utilizando como princípio o efeito fotovoltaico. A instalação de placas fotovoltaicas para consumo próprio tem como empecilho o fato de o sistema gerar energia elétrica apenas durante o dia, quando há insolação, tendo seu pico ao meio-dia.

Em virtude disso, é necessário gerar um excedente durante o dia, para compensar o consumo noturno. O excedente para ser aproveitável deverá ir para algum lugar, afinal, energia

elétrica é algo instantâneo. Ela deve ser utilizada imediatamente ou armazenada de alguma forma.

Diante do exposto, a solução encontrada para a resolução do problema relativo ao custo de armazenamento de energia elétrica foi por meio da conexão à rede (*On-grid*), que corresponde a imensa maioria dos sistemas instalados ao redor do mundo.

Na conexão à rede, a energia excedente (diferença instantânea entre produção e consumo) é então enviada para a rede da concessionária e se converte em créditos de energia elétrica, para que então possa ser utilizada durante o período noturno. Isso se traduz em uma conta simples de débito e crédito de energia, que ao final do mês vem discriminada na fatura de energia.

Os sistemas fotovoltaicos, caracterizados como microgeração de energia elétrica, devem ter potência de pico igual ou superior a 15 kWp, 35 kWp e 60kWp (Watt-pico). Os interessados em participar do processo, puderam fazer a vistoria técnica necessária para tomar conhecimento das condições da edificação, viabilidade de sua solução, alturas, tamanhos, espaços e outras ações necessárias para a oferta de sua proposta, inclusive no levantamento dos quantitativos.

O projeto do sistema de geração de energia por captação da radiação solar foi composto pelo conjunto de painéis solares, estrutura de fixação, inversores, cabeamentos e sistema de monitoramento, não havendo armazenamento de energia para abastecimento noturno.

Foi realizado a contratação de empresa de engenharia para a execução da obra de instalação da usina solar fotovoltaica para demanda de geração de até 75kW, a ser conectada (*on-grid*) diretamente à rede de distribuição da concessionária, com fornecimento e aplicação de materiais necessários.

Assim, o presente projeto não se limitou apenas ao fornecimento dos equipamentos destinados à geração e adequação de energia elétrica com a rede da concessionária, bem como sua instalação completa, sendo o escopo do projeto conforme a seguir:

- Entrega da solução integralmente desembaraçada junto a concessionária de energia.
- A empresa vencedora deve apresentar relatório de geração, aferindo a capacidade de geração dos equipamentos instalados.
- O recebimento definitivo será realizado somente após a emissão da primeira fatura de energia, com as devidas compensações pela geração das usinas.
- Todos os serviços de adequação das instalações de conexão com a rede de abastecimento da concessionária, bem como das adequações e equipamentos necessários para a medição devem estar inclusos no preço.

- *Estudo do Sistema Fotovoltaico – IFRO Campus Calama*

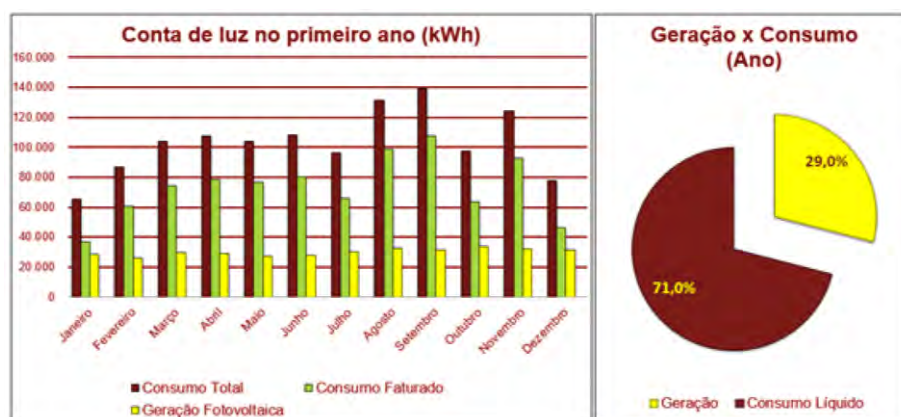
O Estudo Técnico Preliminar realizado pelo DEINF contemplou em sua análise os projetos para instalação de Usina Solar nos dez *Campi* do Instituto Federal de Rondônia, no entanto, esta pesquisa se limitará a análise do projeto executado somente no *Campus* Calama em Porto Velho.

Para uma redução parcial dos custos de energia do *Campus* do IFRO Calama foi levado em consideração o espaço disponível em telhado, as condições de um bom aproveitamento de irradiação solar, juntamente com a capacidade de potência dos transformadores alocados no *campus*.

Foi considerado um consumo médio de 63.000,00 KWh/mês desta unidade consumidora, chegando as seguintes metas deste projeto:

- Sistema de aproximadamente 278,46 kWp;
- Gerador Ideal:
 - ✓ 4 x gerador 15 kw
 - ✓ 1 x gerador 35 kw
 - ✓ 3 x gerador 60 kw
- Com a instalação desse sistema o *campus* continuará pagando Demanda Contratada e o kWh/mês do Hora - fora ponta (restante) e Hora ponta;
- Em condições ideais, pretende-se que o sistema fotovoltaico abata, aproximadamente, 55% do kWh/mês (fora ponta);

Figura 16 - Estudo Técnico Preliminar



Fonte: SEI/IFRO 1435375 - Estudo Técnico Preliminar, 2021

Como pode-se observar na Figura 16, a geração da energia na Usina Solar prevista em projeto para o IFRO *Campus* Calama pretendeu abastecer em torno de 29% do consumo do *campus*, previsão esta, feita para o ano seguinte a instalação completa da planta.

- *Execução das Obras do Projeto*

O processo de contratação da empresa que realizará a execução do projeto seguiu em consonância com o Sistema de Registro de Preços-SRP, utilizado para compras e contratação de serviços comuns.

Em que pese não ser expressa, a Lei nº 8.666/93 não faz vedação à utilização do SRP para a contratação de serviços. Ademais, o art. 11 da Lei nº 10.520/2002 admite a utilização do SRP nas contratações de bens e serviços comuns.

O objetivo do registro de preços é, portanto, assegurar o pronto atendimento à demanda estimada pela Administração, beneficiando as aquisições em escala, sem necessária previsão de recursos orçamentários para assinatura da Ata de Registro de Preços, que deverão existir apenas no momento da contratação.

Após o processo de análise das propostas, conforme consta no Contrato Nº 01/2023 – ENBRASSOL do Processo nº 23243.017203/2022-00 SEI/IFRO, foi realizada a contratação da empresa ENBRASSOL COMERCIO DE MATERIAIS ELETRICOS E ENERGIA SO para aquisição e implantação de usinas solares fotovoltaicas, conforme especificações e quantitativos estabelecidos no termo de referência, anexo do edital.

A vigência do contrato foi de 13/03/2023 a 09/09/2023, totalizando R\$ 994.900,00 em investimento, ficando sob responsabilidade da empresa, de forma resumida, arcar com todas as responsabilidades do contrato referentes a elaboração de projeto elétrico e mecânico de instalação, aquisição das placas e módulos, aquisição de insumos necessários para montagem, adequações elétricas pertinentes, solicitar e acompanhar a instalação do medidor bidirecional a ser instalado pela concessionária, além de apresentar relatório técnico comprovando a eficiência dos equipamentos fornecidos pela contratada.

No dia 28 de fevereiro de 2023 foram entregues na sede do IFRO *Campus* Calama parte do material para instalação do sistema fotovoltaico da unidade, onde nessa ocasião foram entregues os painéis solares e os inversores conforme consta na ata de recebimento de material.

Em seguida, no dia 03 de abril de 2023 foi entregue toda estrutura de fixação (estrutura metálica) dos painéis solares e também se iniciou a instalação do objeto contratado em projeto.

Após análise do projeto apresentado e que, de acordo com as normas técnicas vigentes na empresa, resoluções 1000, 482 e suas alterações 517, 687 e 786, Módulo 3 Prodist, a Concessionária de energia Energisa emitiu parecer de aprovação e liberação da execução das obras no instituto, conforme layout apresentado na Figura 17.

Figura 17 - Vista aérea do Layout de instalação das placas solares

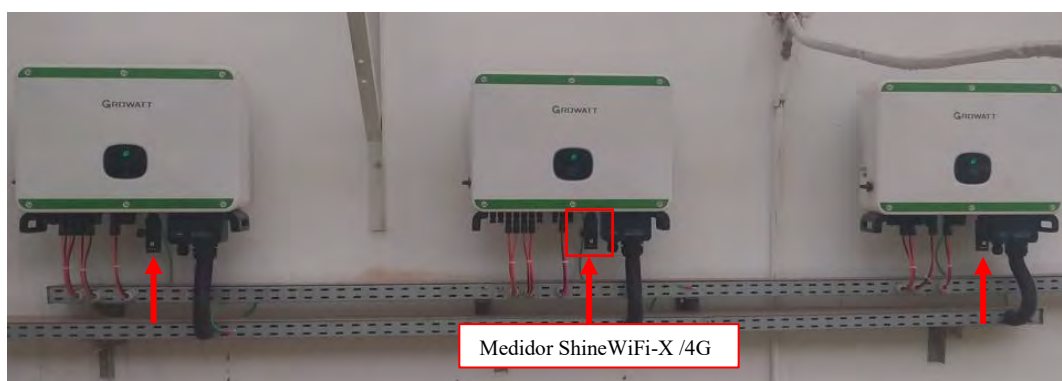


Fonte: Projeto de instalação – EMBRASOL, 2023

No dia 01 de junho de 2023 a Energisa aprovou a vistoria e parametrizou o medidor, deliberando assim a ligação da usina fotovoltaica instalada para pleno funcionamento.

Enfim, no dia 02 de junho de 2023, a empresa Embrassol emitiu o Termo de Entrega Técnica (TET) relatando que sistema foi ligado e realizado a entrega técnica para o *Campus Calama*.

Figura 18 - Alguns dos Inversores instalados e em funcionamento no campus



Fonte: Autoria própria, 2023

Os Inversores instalados, vistos na Figura 18, são modelos fornecidos pela empresa *Growatt*, que é uma gigante chinesa especialista no desenvolvimento e fabricação de inversores fotovoltaicos, incluindo inversores *on-grid* (potência de 1kW a 80kW), *off-grid* e de armazenamento (potência de 1 kW a 30 kW), além de soluções para o gerenciamento de energia.

Estes inversores vêm acompanhado do dispositivo de monitoramento da *Growatt ShineWiFi-X/4G*, visto na figura 20, que realiza a comunicação como o roteador *wifi* vinculado ao aplicativo de monitoramento *ShinePhone*, também da *Growatt*.

Com este aplicativo o IFRO pode realizar o monitoramento em tempo real de geração, bem como análise de histórico de geração da usina solar instalada. As mesmas informações também podem ser conferidas no site “<https://server.growatt.com/index>”, na conta vinculada ao IFRO Calama.

Por fim, no Anexo F, é possível verificar o primeiro relatório de geração de energia mensal, colhido ao longo do mês de junho, informando que a produção do mês de junho foi de 28.137 kWh/mês, tendo a média diária de produção em torno de 970 kWh/dia.

4.3.3 Análise dos dados na Pesquisa de Campo

A vistoria da estrutura elétrica do *campus* teve como intuito principal agregar ao relatório técnico propostas de ações de eficiência energética voltados ao planejamento e de manutenções preventivas e preditivas mais urgentes a serem consideradas no IFRO Porto Velho Calama. Para isso procurou-se avaliar as condições físicas dos equipamentos, prospectar possíveis danos por intemperes atmosféricos, más condições de instalação, entre outras situações que possam impactar negativamente no sistema elétrico do *campus*.

Já para a vistoria de utilização de equipamentos elétricos no Bloco B, procurou-se identificar a ocorrência de má utilização destes recursos nos horários ponta, quantificando isso em horas de utilização indevida para que possa ser calculado os possíveis impactos que possam estar ocorrendo nas contas de energia do *campus*.

5 RESULTADOS DA PESQUISA

5.1 Resultados da Pesquisa Bibliográfica

A partir no protocolo de pesquisa utilizado, foram feitos o levantamento e a organização dos dados a partir das palavras-chave. As informações encontradas estão descritas na Tabela 6, já limitados em artigos e artigos de revisão num período de aproximadamente 12 (doze) anos, considerando o lançamento da ABNT NBR ISO 50001 no ano de 2011.

Em seguida, após importar os dados das diferentes bases, foi feito a junção dos documentos em uma única base de dados do software RStudio para serem realizadas as análises pertinentes. A função “*Bibliometrix:mergeDbSources()*” do RStudio realiza essa tarefa e utilizando o argumento “*remove.duplicated = TRUE*”, os documentos duplicados foram removidos, resultando em uma amostra de 210 documentos para serem analisados, onde 194 (cento e noventa e quatro) artigos e 16 (dezesesseis) artigos de revisão

Tabela 6 - Levantamento de artigos relacionados ao uso da ISO 50001

Palavras-chave	Base de Dados	Artigos
<i>(energy or management) and "ISO 50001"</i>	Scopus	187
	Web of Science	122
	Repetidos	99
	Utilizados na pesquisa	210

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A partir, então, dos 210 artigos obtidos na pesquisa geral, foram organizados na Tabela 3 os dados primariamente relevantes a serem conhecidos sobre os metadados analisados pelo RStudio.

Na Tabela 7 pôde-se destacar o período da pesquisa de aproximadamente de 12 (doze) anos, condizente com o esperado devido ao ano de lançamento da norma em questão, 2011. Também se destaca o fato dos documentos pesquisados foram encontrados em cerca de 117 (cento e dezessete) fontes de pesquisa, como *journals*, *books*, etc., com cerca de 7107 (sete mil cento e sete) referências em todos os documentos.

A taxa de crescimento anual de publicações é de 24,35%, com idade média dos documentos aproximado de 4,99 anos e a média de citações por documento, que buscam refletir o impacto, a influência e a visibilidade junto à comunidade científica foi de 11,50, não sendo um valor considerado expressivo.

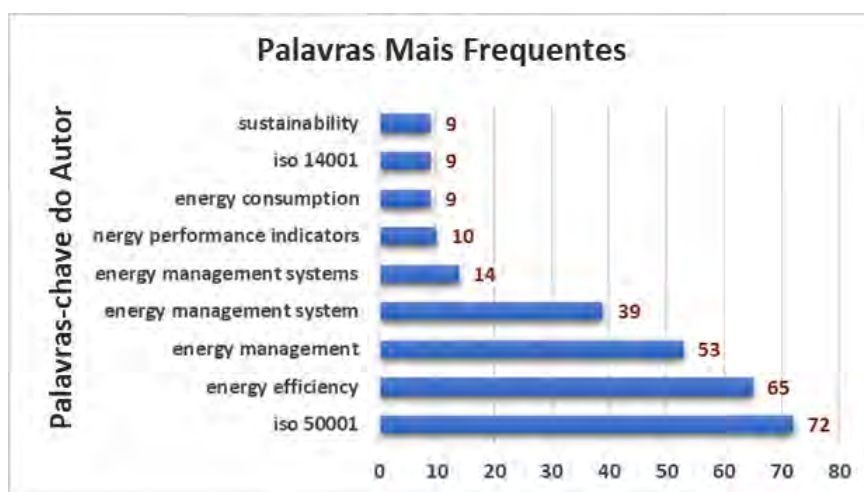
Tabela 7 - Informações principais sobre os dados coletados do RStudio

Descrição	Resultado
PRINCIPAIS INFORMAÇÕES SOBRE OS DADOS	
Intervalo de tempo	2011: 2023
Fontes (revistas, livros, etc.)	117
Documentos	210
Taxa de crescimento anual %	24.35
Idade Média do Documento	4.99
Média de citações por doc	11.5
Referências	7107
CONTEÚDO DO DOCUMENTO	
Palavras-chave mais encontradas	1090
Palavras-chave especificadas pelo autor	542
AUTORES	
Autores	605
Autores de docs com autoria única	26
COLABORAÇÃO DE AUTORES	
Documentos de autoria única	30
Coautores por documentos	3,34
Coautorias internacionais %	3,381
TIPOS DE DOCUMENTOS	
Artigos	194
Artigos de revisão	16

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do *software* RStudio (2023)

Também existe uma diferença considerável na quantidade de palavras-chave dos autores e as provenientes das fontes, 1090 e 542, respectivamente. Nestes 210 trabalhos selecionados, cerca de 30% são de autores solos, tendo a taxa de coautoria por documento de 3,34 e a coautoria internacional cerca de 3,381%. Também foi realizado a classificação das 20 palavras-chave mais utilizadas pelos autores, onde se pôde perceber que a palavra chave mais utilizada foi “ISO 50001”, seguido de “*energy efficiency*” e “*energy management*”, podendo ser observado na Figura 19 de forma resumida, as nove palavras-chave mais relevantes. Este fato demonstra que a escolha das palavras-chaves usadas nesta pesquisa foi assertiva para a proposta da pesquisa em questão.

Figura 19 - Ranking das 9 palavras-chave mais frequentes encontradas nos documentos.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

A análise de palavras-chave baseada em uma word cloud, evidência os termos mais relevantes nos textos, utilizando modos de percepção visual para favorecer a compreensão onde as palavras mais significativas são destacadas pelo seu tamanho (FRANÇA, 2019). O tamanho da fonte de cada palavra na nuvem de palavras representa sua frequência, quanto maior a palavra, maior a frequência. Da mesma forma, quanto menor for a palavra, menor será a frequência.

Assim sendo, a Figura 20 foi gerada a partir da utilização do pacote Bibliometrix do programa RStudio, disponível na categoria *WordCloud* (nuvem de palavras) e verificou-se que o termo mais citado nas produções científicas da base de dados é “ISO 50001” seguido pelas palavras “energy efficiency” e “energy management” e refletem os principais assuntos debatidos na temática ISO 50001 nos artigos analisados.

Figura 20 - *WordCloud* das palavras-chave mais encontradas nos artigos em análise.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Já na Figura 21 pode-se observar a quantidade de publicações sobre o uso da ISO 50001 como um norte na busca pela melhoria do consumo energético ao redor do mundo, entre 2011 e 2023. É possível perceber uma tendência de crescimento significativo ao longo dos últimos 10 anos. Apesar de uma queda brusca no ano de 2021, o ano de 2022 teve uma boa retomada no número de publicações e 2023 vêm demonstrando crescimento similar o que pode indicar aumento de produção pós pandêmica nas organizações.

Márquez e Queiroz (2023), em artigo publicado no site Pesquisa FAPERIO, apontam que 23 países registraram queda na quantidade de artigos publicados e a principal explicação para o resultado está nos efeitos da pandemia, como os cortes de verbas, a indisponibilidade de recursos laboratoriais e insumos, os *lockdowns* e as restrições de deslocamento. No entanto, com o fim da maioria das restrições nos países em 2022 a média mundial vem aumentando, levando a hipótese de que esse fenômeno pode ter afetado também as publicações voltadas ao uso da ISO 50001 contida na base de dados analisada.

Figura 21 - Produção de artigos por ano, entre 2011 à julho de 2023, sobre a ISO 50001

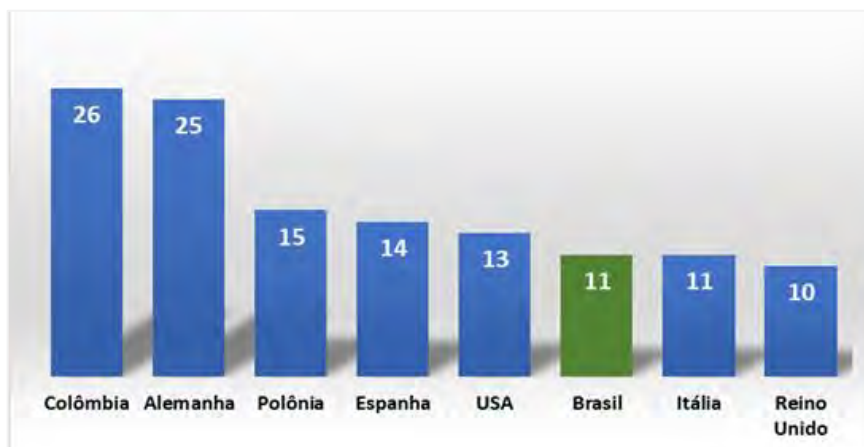


Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Utilizando o filtro “*Countries' Scientific Production*” da extensão *online* do pacote *Bibliometrix*, conhecida como *Biblioshiny*, foi encontrado um total de 47 países que já publicaram sobre a norma ISO 50001. Na Figura 22 é possível observar a participação dos oito primeiros países no ranking de publicações desde a publicação da norma no ano de 2011. De acordo com o gráfico, a Colômbia lidera o ranking com o total de 26 publicações, seguido da Alemanha (25) e Polônia (15). O Brasil figura na 6ª colocação no ranking com o total de 11 publicações nos últimos doze anos. Pode ser considerado uma boa colocação, no entanto em

um mundo assombrado pelas mudanças climáticas e de pressão crescente sobre os recursos naturais, a busca pela eficiência energética deve ser uma regra a ser seguida de forma contínua.

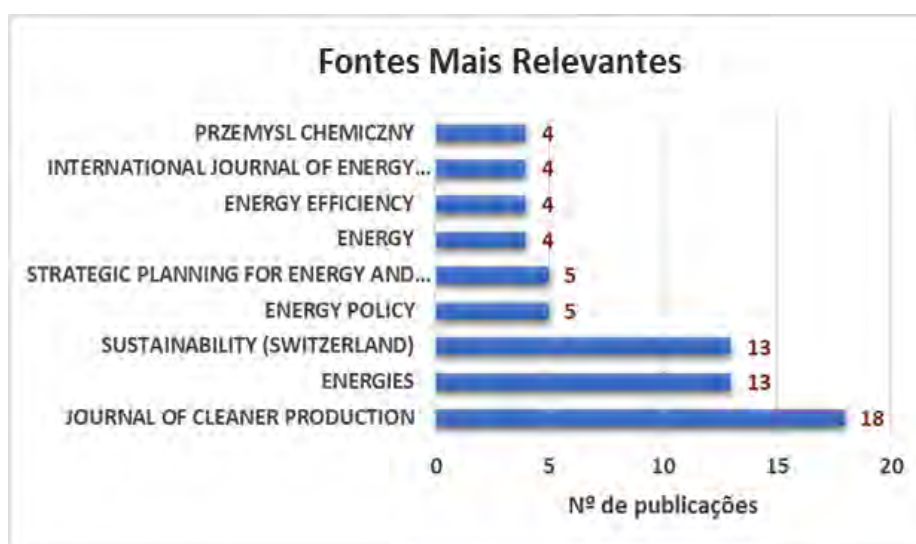
Figura 22 - Número de produção de artigos por países



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Durante as buscas de dados, constatou-se uma diversidade de fontes publicáveis (revistas/periódicos) para a temática. Como pode ser vista na Figura 6 a seguir, a revista *Journal Clean Product*, com 18 publicações, se encontra em primeiro lugar em número de publicações, seguido das revistas *Energies* e *Sustainability*, com 13 publicações.

Figura 23 - Fontes de pesquisa mais relevantes



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

No que se refere aos autores mais relevantes encontrados nesta pesquisa, destaca-se o colombiano Guillermo Valencia Ochoa com 5 publicações relevantes. No entanto, o artigo com maior número de citações é o “*Energy efficiency measurement in industrial processes*”, com 132 citações, pertence aos autores italianos Elena Giocone e Salvatore Mancò, publicado no ano de 2012 pela revista *Energy*.

Após a análise bibliométrica, buscou-se investigar em quais áreas de pesquisa os 210 artigos encontrados se enquadram nas mais diversas esferas do conhecimento. As principais informações contidas nos documentos foram baixadas e organizadas em planilhas no Excel, em seguida foi feita a categorização dessas diversas áreas de aplicação da norma, através da leitura criteriosa do “título” e “Resumo”, seguindo os critérios de seleção demonstrados no Quadro 6 a seguir.

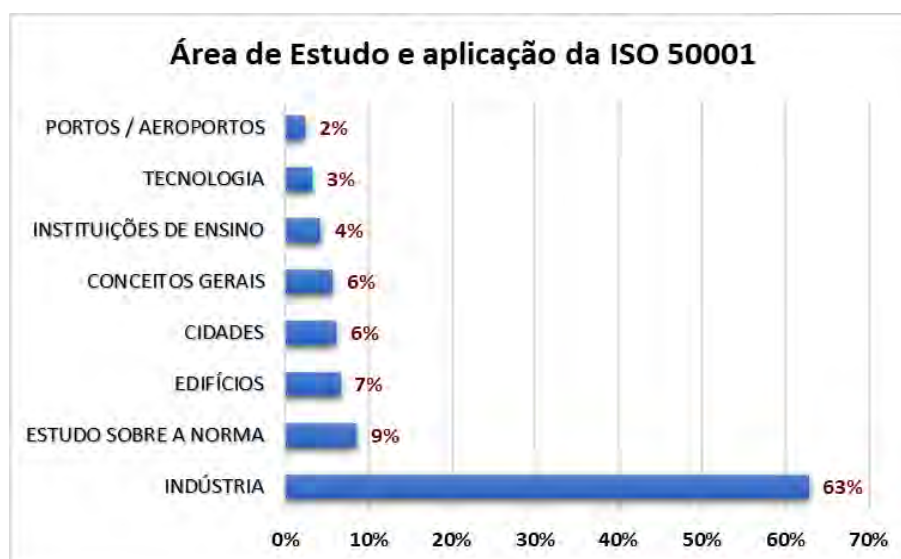
Quadro 6 - Categorização das áreas de estudos na aplicação da norma ISO 50001

Áreas de Estudo da aplicação na ISO 50001	
Indústria	Estudos voltados ao setor industrial.
Estudo sobre a Norma	Focados em conceitos, artigos e sugestões de melhorias da Norma.
Edifícios	Estudos voltados ao setor de construção e manutenção predial.
Cidades	Gerenciamento de políticas públicas em cidades usando diretrizes da Norma.
Conceitos gerais	Estudos sobre estratégias e revisões bibliográficas sobre a norma.
Instituições de Ensino	Escolas no geral que utilizam diretrizes da norma em suas dependências.
Tecnologia	Novas tecnologias que auxiliam na aplicação e manutenção da norma.
Portos / Aeroportos	Estudos voltados ao setor Portos e Aeroportos.

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Após a análise pôde se observar que a esmagadora maioria dos estudos são voltadas ao setor de produção industrial (63%), seguidos por “Estudos sobre a Norma”, com apenas 9%, como podem ser observados a seguir na Figura 24. Este fato demonstra que, para o meio industrial, a implementação da ISO 50001 pode ter um impacto significativo na redução dos custos de energia e no aumento da competitividade das empresas, e isso tem despertado o interesse cada vez maior na busca por alternativas que apontem este caminho.

Figura 24 - Áreas de maior quantidade de estudos sobre a aplicação da ISO 50001



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

O fato que chamou maior atenção nesta pesquisa é que apenas 4% dos artigos encontrados são estudos relacionados ao uso das diretrizes da ISO 50001 em Instituições de Ensino, ou seja, apenas 9 artigos referem-se a este tema em específico, demonstrando uma carência significativa de artigos voltados especificamente ao uso da Norma nestas organizações.

No entanto, com o intuito ampliar as possibilidades de encontrar artigos que tratem sobre a utilização da ISO 50001 em Instituições de Ensino em geral, foi realizada novas buscas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, alterando e testando novas palavras-chave na tentativa de encontrar mais documentos que abordem o assunto.

A nova busca seguiu os mesmos critérios de seleção da pesquisa anterior, no entanto procurou-se aumentar a variedades de palavras que remetem a algum tipo de Instituição de Ensino e a aplicação da ISO 50001, seguindo as palavras-chave e operação booleana visto juntamente com os resultados na Tabela 8 a seguir.

Como pode ser visto, os resultados obtidos não foram satisfatórios e os poucos artigos encontrados já constavam na pesquisa geral feita inicialmente, evidenciando um grande descompasso entre pesquisas do ramo da eficiência energética em Instituições de Ensino que possam se beneficiar de um sistema de gestão energética baseado nas diretrizes da norma ISO 50001 e obter êxito conforme diversos casos do ocorridos no meio industrial.

Tabela 8 - Variações de palavras-chave com foco em Instituições de Ensino

Palavras-chave	SCOPUS	WOS
("ISO 50001") and ("universit* building*")	1	1
("ISO 50001") and ("school building*")	4	1
("ISO 50001") and ("education* building*")	1	1
("ISO 50001") and ("college building*")	0	0
("ISO 50001") and ("educational institution")	0	0
("ISO 50001") and ("sustainable camp*")	0	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Embora a ISO 50001 seja uma norma valiosa para melhorar a eficiência energética, sua aplicação em Instituições de Ensino ainda não é tão difundida. Muitas instituições, especialmente escolas de pequeno porte, podem não estar familiarizadas com a norma ISO 50001 e seus benefícios. A falta de conscientização sobre a existência e importância da norma pode dificultar sua adoção.

Além disso, escolas públicas geralmente têm recursos financeiros limitados e implementação da ISO 50001 pode exigir investimentos significativos em termos de tempo, dinheiro e pessoal, ou seja, a falta de recursos disponíveis pode ser um obstáculo para a implementação da norma.

5.2 Equipe de Gestão Energética IFRO Calama

Antes de iniciar a segunda fase desta pesquisa relacionadas a análise documental e de campo, foi necessário adequar o sistema de gestão proposto a realidade da organização em estudo. Para tal foi utilizado o Guia para Aplicação da Norma ABNT ISO 50001 contendo as proposições e requisitos estabelecidos na norma para o estabelecimento e implementação de um Sistema de Gestão de Energia.

Destaca-se nesta segunda etapa da pesquisa a necessidade que a organização tem de conhecer as características e aspectos gerais que envolvam seus processos que demandam consumo de eletricidade, bem como o histórico de ações voltadas ao consumo eficiente de energia que o Instituto já tenha implementado.

Nesse sentido, a seguir serão discutidos tais aspectos de forma setorizada de acordo com as recomendações que o Guia para Aplicação da Norma ABNT ISO 50001, no entanto algumas

ações preconizadas pelo manual deverão ser adaptadas a realidade atual do IFRO *Campus* Calama.

A primeira recomendação do Guia a ser seguido foi a escolha dos integrantes da equipe de gestão que irá realizar os estudos no *campus*. Para se iniciar o processo, primeiramente foi apresentado a proposta ao Diretor-Geral do *Campus* Porto Velho Calama, Leonardo Pereira Leocádio, que demonstrou total interesse e apoio à iniciativa da pesquisa. No entanto, o mesmo relatou que não poderia, neste momento, ser integrante da equipe, mas se comprometeu a dar o suporte necessário às atividades de coleta de informações e liberação de serviços que por ventura venham ser necessários.

Além disso, a Direção-Geral demonstrou comprometimento em relação à melhoria contínua e com o desempenho energético do *campus*, ficando sob sua responsabilidade atividades como:

1. Assegurar que o escopo e as fronteiras do SGE sejam respeitados;
2. Assegurar que a política energética, os objetivos e as metas energéticas sejam estabelecidos e compatíveis com a direção estratégica da organização;
3. Promover a melhoria contínua do desempenho energético e do SGE;
4. Assegurar que os planos de ação sejam aprovados;
5. Buscar recursos para a implementação de ações de melhoria contínua propostas pela equipe de gestão.

Em um segundo momento foram feitas sondagens de servidores que teriam o perfil idealizado para participar da equipe de gestão. Esta fase foi relativamente demorada, esbarrando em diversas negativas sob alegações diversas para não participação. A maioria relatou indisponibilidade de tempo para se dedicar ao projeto em questão.

Após este período de sondagem e explicações sobre os objetivos da pesquisa, cinco servidores aceitaram o desafio e passaram a integrar a Equipe de Gestão Energética – Calama, sendo os integrantes pertencentes as seguintes formações acadêmicas:

- 02 professores com formação em Engenharia Elétrica;
- 01 professor com formação em Engenharia de Controle e Automação;
- 01 Técnico Administrativo com formação em Engenharia Civil;
- 01 Técnico Administrativo com formação em Administração.

Além disso, este pesquisador possui formação em Engenharia Elétrica e fez parte como o sexto integrante do grupo, além de ser escolhido pelos demais como líder da equipe de gestão.

5.2.1 Plano de atividades elaborado pela Equipe de Gestão

No escopo do processo de implantação do SGE, estabeleceu-se como principais objetivos da Equipe De Gestão Energética do IFRO:

- Avaliar os impactos que o Projeto de Eficiência Energética, realizado pela Energisa Soluções, teve no consumo elétrico do IFRO após sua implementação;
- Avaliar os impactos que o Projeto Usina Solar teve no IFRO no ano de 2023;
- Realizar análise de Demanda elétrica contratada pelo instituto após a implementação dos projetos em questão;
- Realizar inspeção elétrica predial no *Campus* Porto velho Calama;
- Identificar oportunidades de melhoria contínua no uso e consumo elétrico do *campus*.

5.3 Avaliação Projeto Eficiência Energética – IFRO Calama

O IFRO *Campus* Porto Velho Calama vêm participando das chamadas públicas realizadas pela empresa Energisa com projetos apresentados desde 2020, ano de criação do programa de eficiência energética. Em 2021 o IFRO *Campus* Calama teve sua proposta de projeto aprovada pela Energisa e completamente implementado ao longo do ano de 2022.

O PEE-IFRO contemplou a substituição de 3.011 lâmpadas para tecnologia LED e 48 equipamentos de ar-condicionado, sendo todas atividades previstas concluídas no dia 28 de dezembro de 2023. As ações do projeto não fizeram quaisquer alterações nas instalações elétricas do IFRO. O projeto substituiu somente os equipamentos previstos em contrato e, diante dessa afirmação, a Energisa não se compromete pelo estado e/ou conservação dos circuitos elétricos e demais ativos pertencentes às instalações do Instituto, cabendo a este a responsabilidade de manutenção, quando necessário for.

Para avaliação dos efeitos que os projetos de Eficiência Energética - PEE-IFRO e também da Usina Solar no IFRO *Campus* Calama, que será discutido mais adiante, foi necessário que a equipe de gestão levantasse todas as contas de energia do Instituto para, em seguida, com o uso do Excel, planilhar os valores de consumo e demandas relevantes para análise mais detalhadas dos dados desejados.

Como nos mostra o estudo de Alberto e Sorgato (2019), a instalação de usina fotovoltaica pode influenciar no consumo de energia e demanda no horário fora de ponta, sendo

assim, uma análise de valores de consumo médio anuais poderá não representar efeitos reais que cada projeto causou no *campus* após sua implantação. Então, inicialmente, cada projeto foi analisado individualmente, separados em meses antes e depois da instalação da Usina Solar, e por fim, comparados com as metas estabelecidas por cada um deles.

Como informado anteriormente, a entrega do PEE finalizado ocorreu no dia 28 de dezembro de 2022, já a entrega da usina fotovoltaica ocorreu no início do mês de junho de 2023.

Nesse sentido, para que o funcionamento da Usina Solar não interfira nos valores médios de consumo analisados após a implementação do PEE, optou-se por estudar os efeitos deste projeto apenas entre os meses de janeiro a maio de 2023.

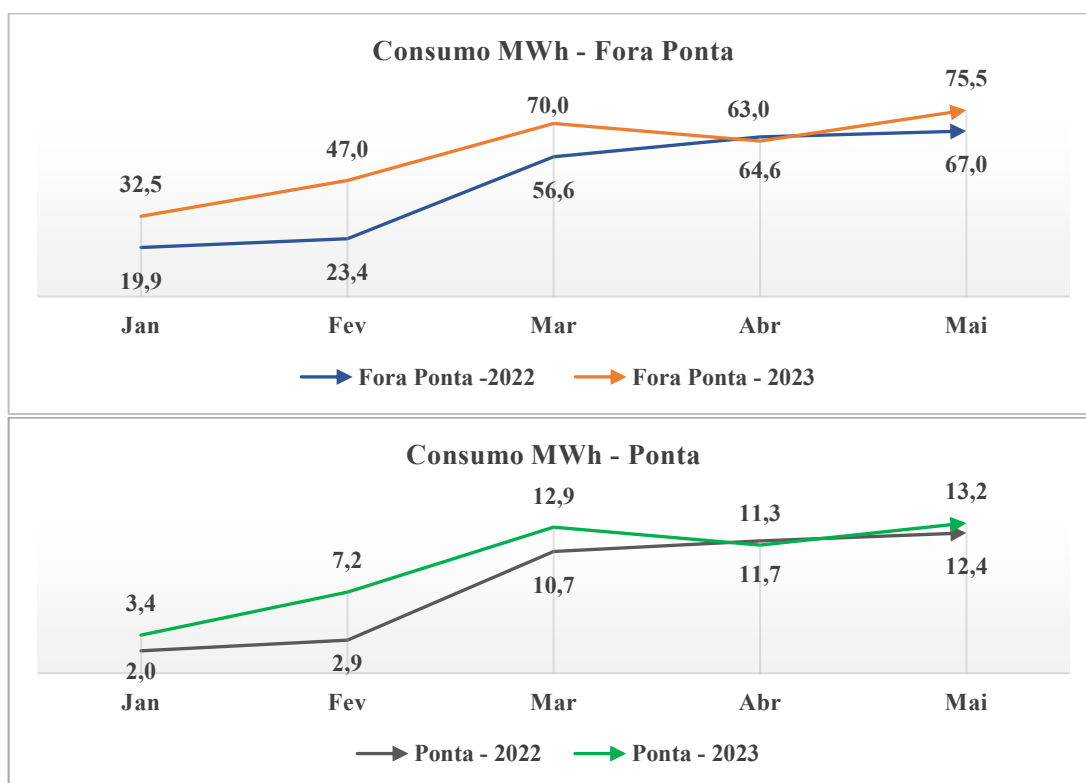
Para esta análise, a equipe de gestão também optou por direcionar o estudo apenas nos itens relacionados a Energia Consumida e Demanda Média, na ponta e fora ponta, uma vez que as projeções de economia em valores de moeda corrente podem ter sofrido distorções não previstas em projeto diante dos reajustes de tarifas no fim de 2021 e em 2022.

Em seguida, após planilhamento dos principais valores informados nas contas de energia do *campus* nos anos de 2022 e 2023, a equipe se reuniu para análise preliminar destes dados.

O primeiro fato que chamou a atenção foi que, apesar das ações do PEE terminadas em dezembro de 2022, ao ser comparado o consumo elétrico do Instituto em 2023 com o ano anterior, 2022, este consumo aumentou de forma expressiva em quase todos os meses analisados. Na Figura 25 pode-se observar esta situação, ressaltando que, tanto o consumo ponta quanto o fora ponta em 2023 se mantiveram maiores.

De acordo com as informações de metas e projeções de economia contidas no Projeto de Eficiência Energéticas do *Campus* Calama, a previsão de redução de consumo médio anual total seria em torno de 44%. Para compararmos o consumo atual com o esperado, adotou-se as informações médias de consumo do ano de 2022, para os meses de janeiro a maio, assim como para estes meses em 2023.

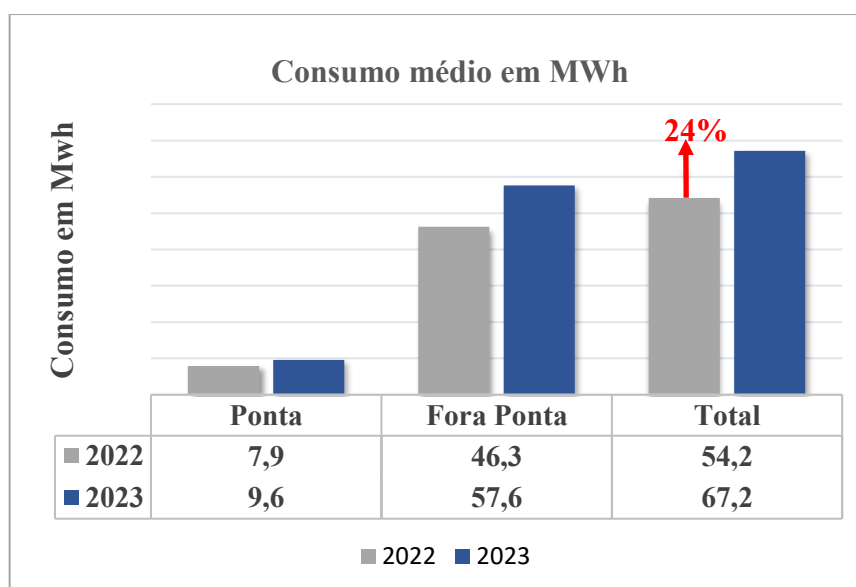
Figura 25 - Consumo MWh - Fora Ponta e Ponta



Fonte: Autoria própria

Como pode ser visto na Figura 26 a seguir, a média de consumo total, em MWh, do *campus* para o ano 2023, na realidade, teve um aumento de aproximadamente 24% em relação ao ano de 2022.

Figura 26 - Consumo médio do IFRO (MWh) em 2022 e 2023



Fonte: Autoria própria

Este fato levantou diversos questionamentos sobre possíveis causas dessa situação, diante da esperada redução de consumo do *campus* e serão discutidas posteriormente.

Outro item relevante discutido pela equipe de gestão foi o registro de demanda ponta e fora ponta em 2023, nos meses considerados para análise. O IFRO é um consumidor do Grupo A e, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), estão nesse grupo as unidades consumidoras com fornecimento igual ou maior que 2,3 kV, ou atendidas por um sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária (tensões inferiores à 2,3 kV).

É característica desse grupo a tarifa binômia, ou seja, os contratantes precisam determinar qual será a potência de sua unidade consumidora e contratar o valor de demanda referente. Assim, isso ajuda a distribuidora a garantir o preparo do sistema e atender a todos os consumidores.

Para aqueles enquadrados no grupo A, existem diferentes tipos de modalidades tarifárias:

- **Verde:** modalidade caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia, e uma única tarifa de demanda de potência. Geralmente, enquadram-se nessa modalidade indústrias e estabelecimentos comerciais de médio ou grande;
- **Azul:** na modalidade Azul, são aplicadas tarifas diferenciadas de consumo e de demanda de acordo com o horário de utilização da energia no dia.

A saber, o IFRO Calama faz parte do Grupo A de média tensão, subgrupo A4, na modalidade Poder Público e Tarifa Horo Sazonal Verde. Neste grupo o consumidor deve contratar um valor de Demanda, que é a capacidade máxima exigida do sistema elétrico em um determinado momento, ou seja, a soma de toda energia utilizada em um intervalo de tempo de 15 minutos, em quilowatts (kW).

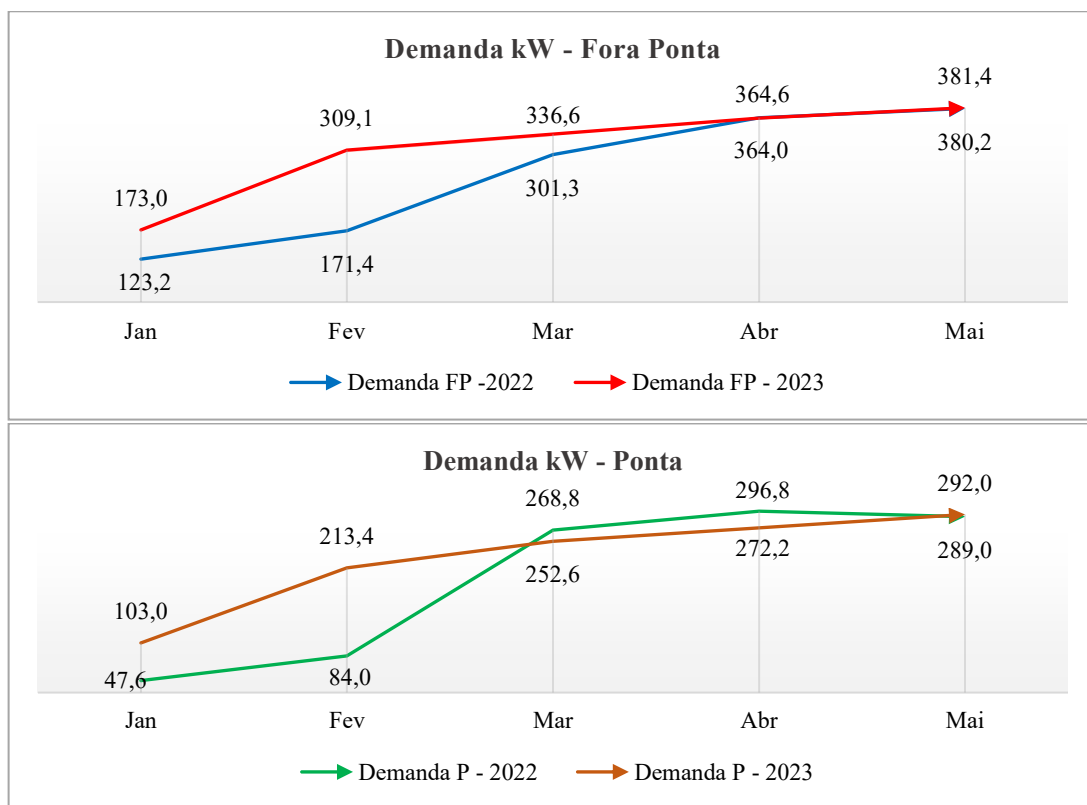
O *campus* contrata um valor de Demanda de 380kW no horário fora ponta e, caso esse valor seja ultrapassado acima de 5%, há o pagamento de multa sobre o excedente.

Figura 27, a demanda fora ponta, em 2023, se manteve maior em comparação com o mesmo período no ano de 2022. No entanto, neste período os valores de demanda não excederam o valor demanda contratada em nenhum destes anos.

Quanto a isso, historicamente, o *campus* não tem registros de ultrapassagem de demanda fora ponta nestes meses analisados. Janeiro e fevereiro correspondem a períodos de férias escolares e início de atividades docentes, possuindo baixo consumo energético. Além disso, os meses de janeiro a junho em Porto Velho possuem médias de temperaturas menores que o

restante do ano e isso pode acarretar uma menor utilização dos condicionadores de ar do *campus*.

Figura 27 - Demanda em kW - Fora Ponta e Ponta



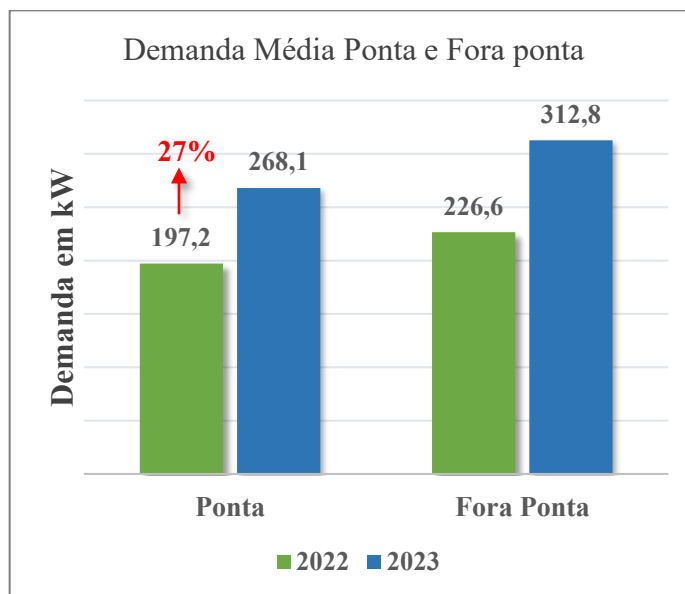
Fonte: Autoria própria

Em seguida, quando comparado os valores de demanda ponta atuais com a meta estimada pelo PEE, visto na Figura 28, pode-se observar uma discrepância entre esses valores. A meta do projeto seria uma redução dessa demanda em, aproximadamente, 46% de redução, mas quando comparado os valores de 2022 com 2023 no mesmo período, também tivemos um aumento de consumo dessa demanda, em torno de 27%.

Esse aumento percentual de demanda ponta e fora ponta é equiparado ao aumento registrado no consumo médio total do *campus* de 24%, o que demonstra coerência nos valores considerados até então.

No entanto, os questionamentos sobre as possíveis causas desses aumentos se tornaram mais frequente, direcionando os estudos da Equipe de Gestão Energética a outras linhas de análise que possam justificar esses valores, sendo estas discutidas posteriormente.

Figura 28 - Demanda Média ponta e fora ponta em 2022 e 2023



Fonte: Autoria própria

5.4 Avaliação Projeto Usina Solar – IFRO Calama

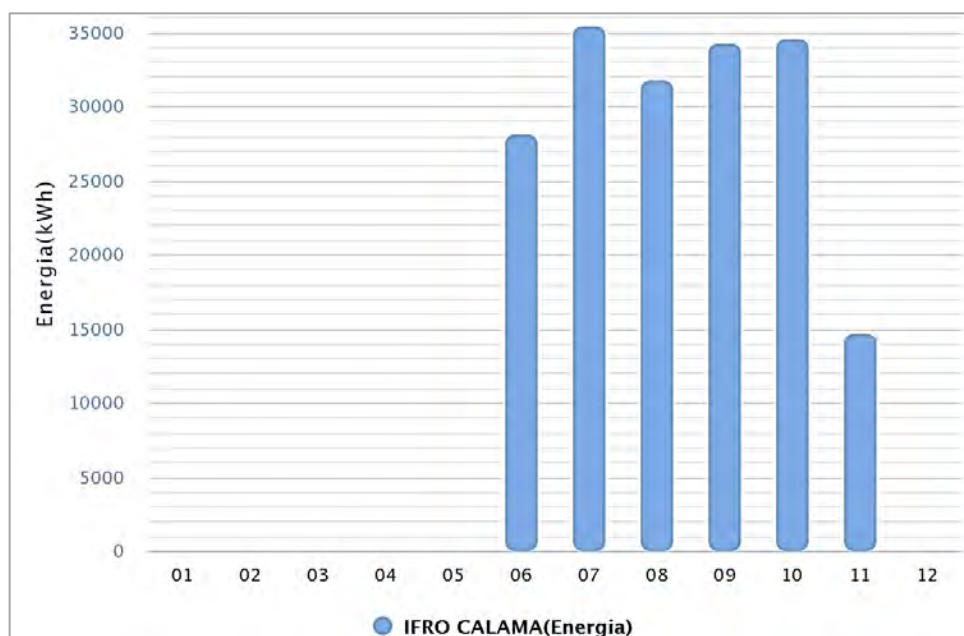
As obras de instalação da Usina Sola foram realizadas através de contrato firmado com a empresa ENBRASSOL Comercio de Materiais Elétricos e Energia Solar, tendo seu início no dia 03 de abril e entrega da obra finalizada no dia 20 de maio de 2023.

Para avaliar as informações atuais de geração do *campus*, foi acessado o site “<https://server.growatt.com/index>”, da empresa Growatt, vinculada a conta do IFRO para o sistema de monitoramento de geração da Usina Solar. Pelo site é possível consultar todo o histórico de geração do dia, mês ou ano que se deseja obter tais informações.

A seguir, na Figura 29, é apresentado o gráfico de geração anual para o ano de 2023. É o registro de geração ocorre apenas a partir do mês de junho, uma vez que o projeto foi finalizado no final do mês de maio.

A média de geração entre junho e outubro de 2023, meses completos ocorrendo geração, está em torno de 32.870,96 kWh. Quando comparado com a capacidade de geração da Usina Solar, em condições ideais de 35.000 kWh, podemos considerar que a Usina Solar está atendendo a expectativa que foi prevista em projeto.

Figura 29 - Geração Fotovoltaica – até novembro 2023



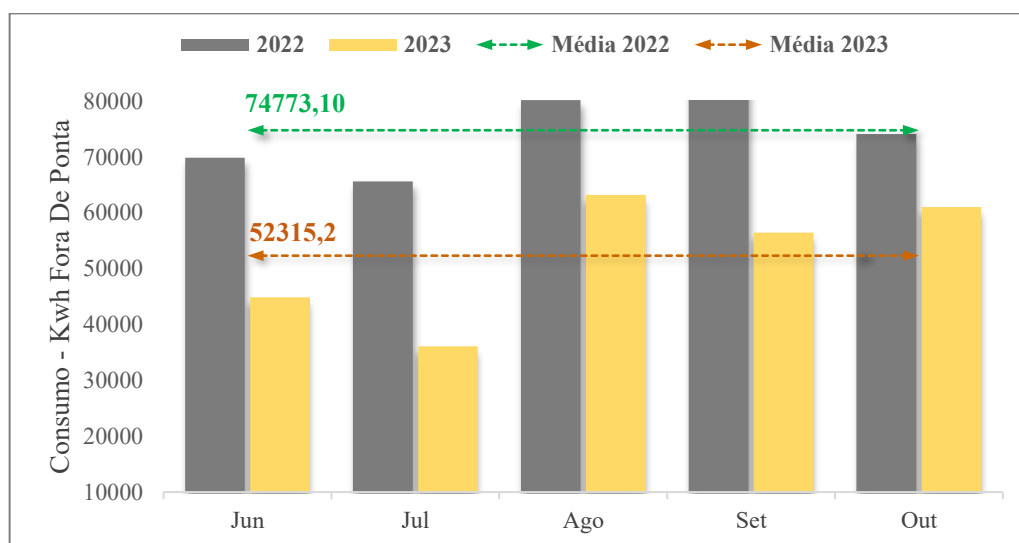
Fonte: Shinephone – Planta IFRO Calama

Como os valores de consumo fora ponta são os mais impactados pelo funcionamento da Usina Solar, a seguir, foram registrados os valores deste consumo para os meses em que houveram geração, vide Figura 30, e ao compararmos aos valores de 2022 e 2023, observa-se que o consumo fora ponta caiu significativamente.

Também podemos verificar que, em valores médio, o consumo do *campus* em 2023 no horário fora ponta teve uma redução de aproximadamente de 30,6% em relação ao ano 2022 no mesmo período. No entanto, pela capacidade instalada prevista em projeto, em condições ideais, o sistema fotovoltaico deveria abater aproximadamente 55% do kWh/mês (fora ponta) do Instituto e este fato não está ocorrendo.

Esta situação também corrobora com os questionamentos levantados pela equipe de gestão sobre as possíveis causas do aumento do consumo da IFRO Calama neste ano e serão discutidos a seguir no subtópico 5.6.

Figura 30 - Consumo Fora Ponta em 2022 e 2023



Fonte: Autoria Própria

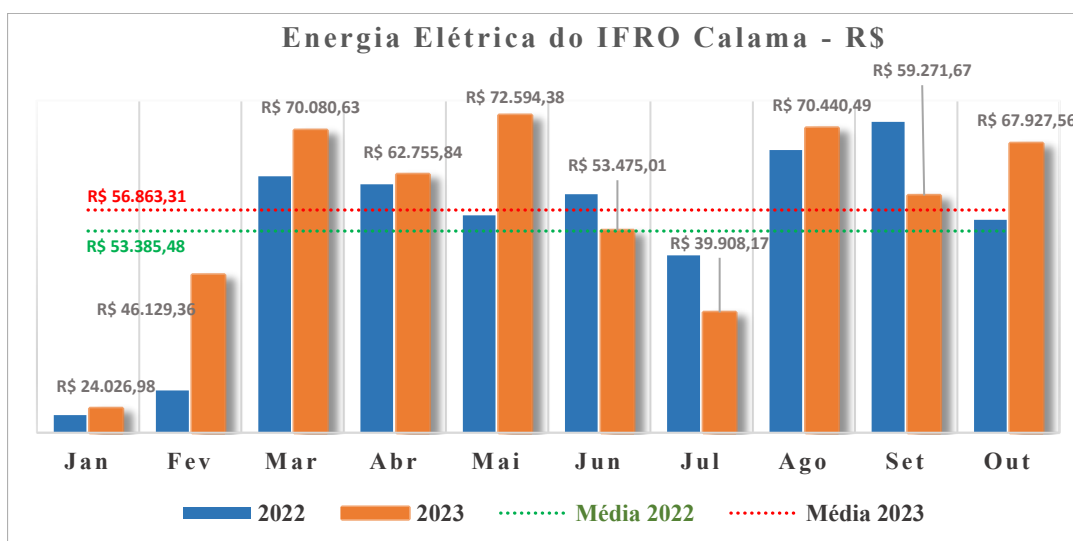
5.5 Custos com Energia Elétrica do IFRO *Campus* em 2023

Como previsto, após a análise preliminar dos projetos anteriormente citados, os custos com eletricidade no *campus* aumentaram significativamente em 2023 e, quando comparado com o ano de 2022, o custo foi maior em quase todos os meses analisados, exceto nos meses julho e setembro.

Quando comparados o consumo total ponta e fora ponta em 2022 e o custo médio pago pelo *campus* neste ano, e projetarmos estes custos para 2023 comparando com aumento do consumo total em 2023, a previsão do valor médio anual a ser pago pelo IFRO ficaria em torno de R\$66,18 mil reais. No entanto, o custo médio nesse período ficou aproximadamente R\$56,86 mil reais, equivalente a uma redução de 14% deste custo.

Pode-se dizer que a Usina Solar do *campus* reduziu significativamente os custos de consumo no horário fora ponta a partir do mês de junho, baixando a média anual de consumo para os valores descritos anteriormente. A seguir, na Figura 31, pode se verificar os valores de custeio com eletricidade do *campus* em 2022 e 2023 de forma mais detalhada.

Figura 31 - Custo com Energia Elétrica no IFRO Calama nos anos 2022 e 2023



Outro fato relevante que chamou a atenção da equipe ao analisar as contas de energia foi o aumento do consumo do IFRO, especificamente, no horário ponta. Este horário de pico de energia, também conhecido como horário de ponta, é o período do dia em que há maior uso de energia elétrica ao mesmo tempo em uma determinada região e consequentemente com tarifas maiores cobradas pelas concessionárias de energia.

A resolução 11 Normativa da ANEEL nº 414/2010 define horários distintos para aplicação de tarifas de forma diferenciada (posto tarifário), comumente chamados de horário de ponta e horário fora ponta. O posto tarifário ponta é o período composto por 3 (três) horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora, com exceção feita aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi, e os seguintes feriados apresentados no Quadro 7:

Quadro 7 - Lista de feriados nacionais não contemplados pelo horário ponta

Dia e mês	Feriados nacionais	Leis federais
01 de janeiro	Confraternização Universal	662, de 06/04/1949
21 de abril	Tiradentes	662, de 06/04/1949
01 de maio	Dia do trabalho	662, de 06/04/1949
07 de setembro	Independência	662, de 06/04/1949
12 de outubro	Nossa Senhora Aparecida	6.802, de 30/06/1980
02 de novembro	Finados	662, de 06/04/1949
15 de novembro	Proclamação da República	662, de 06/04/1949
25 de dezembro	Natal	662, de 06/04/1949

Fonte: Autoria Própria

O horário de ponta para a área de concessão da Energisa RO compreende o período entre as 18 horas e 00 minutos e as 21 horas e 00 minutos.

O *Campus Calama* faz parte do Grupo A de média tensão, na modalidade Poder Público e Tarifa Horo Sazonal Verde. Esta modalidade possui tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia, e uma única tarifa de demanda de potência. Geralmente, enquadram-se nessa modalidade indústrias e estabelecimentos comerciais de médio ou grande porte. Este grupo consumidor deve contratar um valor de Demanda mensal e o *campus* realiza a contratação de 380kW no horário fora ponta.

Figura 32 - Tarifas cobradas pela Energisa RO em outubro de 2023

MODALIDADE TARIFÁRIA HORÁRIA VERDE							
SUBGRUPO	CLASSES	TUSD + TE		ULTRAPASSAGEM		CONSUMO (R\$/KWH)	
		DEMANDA (R\$/KW)					
		PONTA	FORA PONTA	PONTA	F. PONTA	PONTA	FORA PONTA
A4 (13,8 KV)	RURAL	-	19,24	-	39,28	1,69593	0,32816
	RURAL IRRIGAÇÃO	-	19,24	-	39,28	1,69593	0,06697
	SERVIÇO PÚBLICO	-	19,05	-	39,28	1,67863	0,32481

Fonte: Adaptado, Energisa RO, 2023

É característico desta modalidade o valor de tarifa no horário ponta ser bem maior que o cobrado fora ponta, como pode ser visto na Figura 32, justamente para compensar o valor de demanda contratada.

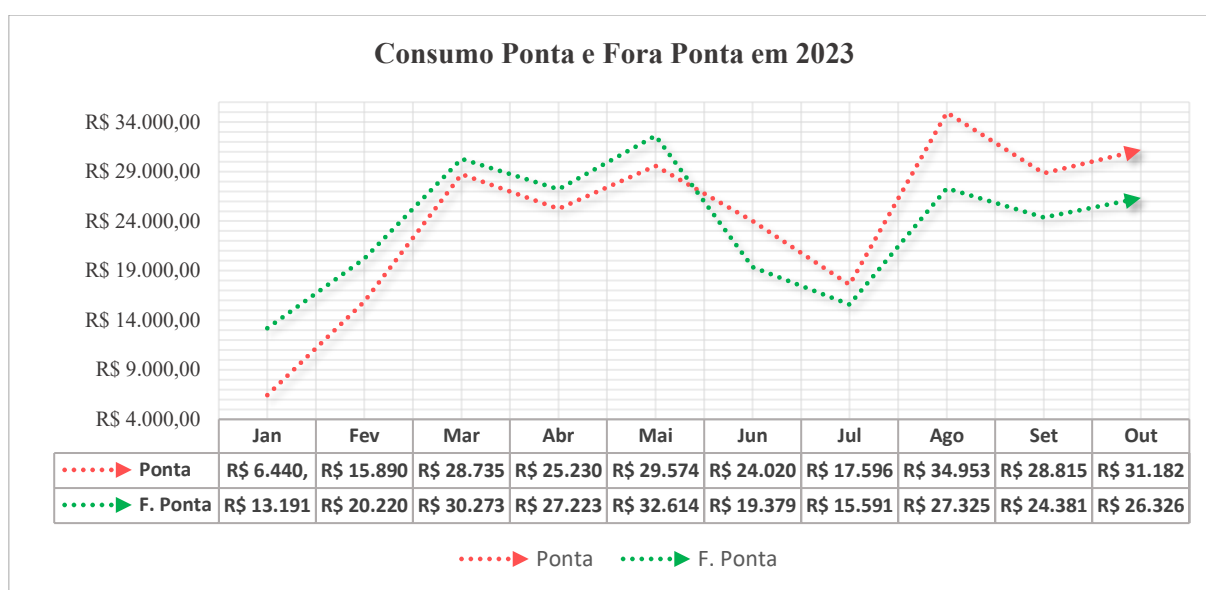
Como foi possível observar, o valor cobrado pelo consumo, em kWh, no horário de ponta é cinco vezes maior que o cobrado no fora ponta. Isso se torna preocupante, uma vez que o IFRO Calama também possui atividades durante os horários ponta e o controle de desperdício nestes horários é relevante para este estudo.

Quando comparado os valores pagos nestes dois horários podemos observar dois fatos relevantes ao estudo. Nos meses de janeiro a maio os valores fora ponta foram, apenas, ligeiramente maiores que os valores ponta, ou seja, mesmo o horário ponta contemplar apenas 3 horas por dia, os gastos do IFRO nestas horas estão bem mais altos que o esperado em unidades com modelo tarifário verde. Este grupo é recomendado para organizações que

consigam remanejar ou não consumir normalmente energia em horário ponta, arcando apenas com os custos no horário fora ponta, que são menores devido a contratação de demanda.

Já a partir do mês de junho a situação se inverte consideravelmente, tornando o consumo no horário ponta mais oneroso ao *campus*. Isso coincide exatamente com o início do funcionamento da Usina Solar. Pelo fato de o sistema fotovoltaico compensar instantaneamente parte do consumo no horário fora ponta, o consumo ponta se tornou maior que o fora ponta, como pode ser visto na Figura 33 a seguir.

Figura 33 - Consumo Ponta e Fora Ponta (R\$) - 2023



Fonte: Autoria Própria

Após a análise destes custos e considerando os questionamentos surgidos ao longo deste período, ficou claro para a Equipe que o consumo no horário ponta se tornou o maior problema do *campus*, quando referido ao consumo de eletricidade.

Além de analisar as hipóteses que explicariam o porquê de o consumo total do *campus* ter aumentou no ano de 2023, foi decidido pelo grupo a realização de uma investigação sobre possíveis formas de redução do consumo no horário ponta, focados principalmente nos hábitos de utilização dos alunos e servidores do instituto.

5.6 Possíveis causas do aumento do consumo elétrico do IFRO Calama em 2023

Para discutir sobre alterações relevantes que possam estar impactando no consumo do Instituto, foi dividido pela equipe três linhas de investigação a ser seguidas para levantamento de dados, referentes a:

1. Mudanças da rotina escolar do *campus* de forma institucionalizada;
2. Comportamental – Desperdício de Energia no *Campus*

5.6.1 Mudanças da rotina escolar do *Campus* de forma institucionalizada

O primeiro fato relevante a ser considerado é que, em 2023, os cursos integrados ao ensino médio do IFRO *Campus* Porto Velho Calama passaram a ser em tempo integral. Nesta modalidade o(a) estudante frequenta aulas em dois períodos, totalizando cerca de oito horas de aulas diariamente, ou na maior parte da semana.

Esta mudança visa atender à meta do Plano Nacional de Educação de que, até 2026, 50% das escolas de Ensino Médio da rede pública sejam em tempo integral, e que 25% dos alunos estejam matriculados nessa modalidade.

O Instituto oferece à comunidade quatro cursos técnicos integrados ao Ensino Médio: Técnico em Química, Técnico em Eletrotécnica, Técnico em Edificações e Técnico em Informática. Os PPC's (Projeto Pedagógico de Curso) destes cursos foram reformulados ao longo do ano de 2022 e tiveram suas primeiras turmas no modelo integral no ano de 2023.

No modelo antigo cada curso contava com duas turmas, matutino e vespertino, onde cada turma possuía um dia de semana de contraturno, ou seja, o matutino realizava as aulas regulares no período da manhã e apenas um dia da semana tinha aulas no período da tarde. Já o vespertino apresentava o fluxo inverso do matutino.

No modelo atual cada curso também possui duas turmas, A e B, passando a ter quatro dias em período integral e um dia em meio período. Além disso, ao longo do ano, alguns desses dias em meio período são preenchidos com atividades conhecidas como práticas integradoras, com o objetivo de socializar os trabalhos desenvolvidos pelos estudantes dos cursos técnicos do Ensino Médio.

Outro fato relevante que foi considerado foi o início das aulas do novo curso Superior - Engenharia Química do IFRO. Este curso foi aprovado pela Resolução Nº 37/REIT - CONSUP/IFRO, DE 14 de dezembro de 2022, em modalidade presencial e período integral, tendo suas aulas nos períodos vespertino e noturno.

E por fim, outra questão considerada para análise foi o uso das dependências do *Campus* para realização de eventos diversos pela comunidade em geral. O ano de 2023 teve um aumento expressivo de solicitações para uso dos auditórios e laboratórios, para eventos da Polícia Federal, Polícia Rodoviária Federal, Guarda Municipal, Detran, etc., além de parcerias com a Universidade Federal de Rondônia para uso dos laboratórios de Automação e Controle e Máquinas Elétricas. Sem contar os eventos científicos do próprio Instituto sediados no *campus*.

De acordo com o relatório anual de eventos emitido pela Coordenação de Comunicação e Eventos (CCOM) o *campus* teve um aumento médio de reserva de salas de 26%, em relação ao ano de 2023. Estas informações mais relevantes podem ser verificadas, de forma resumida, no Quadro 8 a seguir.

Quadro 8 - Reserva de salas IFRO *Campus* Calama

Sala	Capacidade (pessoas)	Horas -2022	Horas -2023
Auditório PVCAL Bloco A	300	41h	76h
Miniauditório PVCAL Bloco A	50	206h	263h
Lab. Autom. e Controle - 66 Bloco C	45	32h	47h
Lab. Máquinas Elétricas - 150 Bloco C	45	24h	23h

Fonte: Adaptado Relatório parcial de Gestão CCOM, 2023

Estas três mudanças na rotina do funcionamento do *campus* foram situações novas, e não poderiam ser previstas nos estudos do Projeto de Eficiência Energética e Usina Solar, pois os dados que embasaram os projetos foram colhidos anteriormente aos anos 2020 e 2021, respectivamente, e podem estar causando um aumento expressivo do consumo elétrico do *campus* no horário ponta e também no fora ponta.

5.6.2 *Vistoria Comportamental – Desperdício de Energia no Campus no horário ponta*

Ao longo deste estudo, ficou nítido para a equipe de gestão que o IFRO está com um problema em seu consumo de eletricidade no período considerado hora ponta. Nesse período, de apenas 3 horas no dia, os valores despendidos pelo *campus* estão sendo equivalentes aos fora ponta. Além disso, desde o mês de junho de 2023, após o início da geração fotovoltaica, esses valores em horário ponta foram, em todos os meses, significativamente maiores que os fora ponta.

Sabendo disso, a equipe decidiu elaborar um plano de vistoria de utilização de energia do *campus* nos horários ponta, compreendido entre 18h às 21h aos consumidores de Porto Velho. O intuito é tentar identificar possíveis desperdícios de energia causados por má utilização deste recurso no *campus*.

Para esta vistoria, foi consenso entre o grupo, a escolha de apenas um dos três prédios do *campus* para análise. Optou-se pelo Bloco B por se tratar de um prédio majoritariamente utilizado para ministrar aulas, sua distribuição de cargas instaladas não possui variações relevantes e, além disso, há uma percepção dos professores integrantes do grupo que a utilização destas salas em horário ponta não está sendo correta, principalmente no período de 18h às 19h, havendo relatos da permanência de alunos em sala após as aulas do período da tarde.

Neste intervalo o IFRO não possui aulas regulares, exceto em dias circunstanciais ao longo do ano onde estas salas poderão ser utilizadas por algum curso de graduação para fechamento de carga horária.

No Quadro 9 abaixo foi listado o tipo e quantidade de ambientes que o Bloco B possui e que fará parte do planejamento para vistoria. Ressalta-se que os corredores, tanto do térreo quanto do 1º piso, foram desconsiderados para análise, uma vez que, visando a segurança do *campus* no horário noturno, julgou-se necessário que as luzes permaneçam acesas até o término das aulas deste período

Quadro 9 - Composição de ambientes a serem vistoriados do Bloco B

Ambiente	Térreo	1º Piso	Total
Sala de aula	13	9	22
Lab. de Informática	0	5	5
Coord. CGTI	1	0	1
Banheiro Masculino	2	2	4
Banheiro Feminino	2	2	4

Fonte: Autoria própria

Foi elaborado também o planejamento dos dias e itens a serem observados durante a vistoria, em seguida, foi criado um roteiro de vistoria para ser usada por cada integrante do grupo no direcionamento das informações a serem coletadas ao longo da vistoria. Este modelo pode ser conferido no Apêndice B e contém informações que respeitaram as seguintes definições do grupo:

1. Foi definido a semana de 23 a 27 de outubro de 2023 para a realização da vistoria. Esta semana foi escolhida por se tratar de uma semana padrão de aulas no IFRO, sem feriados ou eventos que possam impactar na pesquisa;

2. Foi estipulado os horários de vistoria, separados em intervalos de 30 min dentro do intervalo de horário ponta: 18:15h, 18:45h, 19:15h, 19:45h, 20:15h, 20:45h e 21:00h;
3. As vistorias foram sempre realizadas em duplas, respeitando a disponibilidade de horários de cada integrante da equipe;
4. Sob nenhuma hipótese foi relatado aos usuários dos ambientes vistoriados, qualquer informação sobre a pesquisa em andamento, a fim de preservar o cotidiano normal de utilização de cada ambiente especificado.

Quanto as situações e itens a serem observados durante a vistoria, estes foram separados em 3 tópicos principais:

- a) Aparelhos de ar-condicionado: Para estes equipamentos foi definido as seguintes informações relevantes sobre sua utilização nos ambientes em questão a serem observados pela equipe.
 - ✓ Ar condicionado ligado em salas vazias ou com um número de usuário abaixo de 4 pessoas (considerado grupos de estudo pela equipe pedagógica);
 - ✓ Temperatura de *setpoint* abaixo da temperatura de conforto térmico estipulada pelo PEE do *campus*, 23°C;
- b) Iluminação: Para o sistema de iluminação verificou-se a quantidade de ambientes vazios com luzes acesas;
- c) Aparelhos Eletrônicos: Verificou-se aparelhos de multimídia e computadores ligados sem estar ocorrendo aulas;

Segundo a NR17, do Ministério do Trabalho e Emprego, a temperatura do ambiente de trabalho onde são executadas atividades intelectuais como nos laboratórios, escritórios, sala de desenvolvimento e projetos deve ficar entre 20 e 23°C.

Corroborando com esta informação, para o engenheiro mecânico Arnaldo Lopes Parra, especializado em climatização e vice-presidente de marketing da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado e Ventilação (Abrava), a cada grau reduzido no controle remoto do equipamento, ocorre um aumento de aproximadamente 3,5% no consumo de energia. Estudos realizados pela Abrava indicam que, por exemplo, ao aumentar a temperatura de 23°C para 25°C, é possível observar uma redução de 7% no consumo de energia (BELIN, 2019).

Na Tabela 9 podemos verificar o número de ocorrências tiveram ao ser analisadas as condições estabelecidas pela equipe referentes ao uso do ar condicionado.

Tabela 9 - Resultados do Plano de Vistoria - Ar-Condicionados Bloco B

AR Ligado - Sala vazia											
Horário	Nº de ocorrências -(20 salas)					Nº de ocorrências -(5 Lab)					Total de ocorrências
Dias	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	5º	
18:15	12	9	15	9	10	2	1	2	1	0	61
18:45	11	9	12	6	7	1	1	2	1	0	50
19:15	9	7	6	6	3	0	1	0	0	0	31
19:45	5	4	2	3	4	0	1	0	0	0	18
20:15	5	4	2	3	3	0	1	0	0	0	18
20:45	3	2	0	1	0	0	1	0	0	0	7
21:00	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	5
Total de uso considerando cada evento como 30min de aparelho ligado (em HORAS)											HORAS
											95h
Setpoint abaixo de 23°C											
Horário	Nº de ocorrências -(20 salas)					Nº de ocorrências -(5 Lab)					Total de ocorrência
Dias	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	5º	
18:15	18	11	13	17	18	2	1	2	1	0	83
18:45	18	11	8	17	18	1	1	2	1	0	77
19:15	13	10	11	11	10	3	1	0	1		60
19:45	20	19	18	16	15	5	3	2	3	2	103
20:15	19	19	18	16	15	5	3	2	3	2	102
20:45	19	12	13	16	13	5	3	1	3	2	87
21:00	16	12	13	16	13	5	3	1	3	1	83

Fonte: Autoria própria

Além disso, para o Projeto de Eficiência Energética do IFRO, a temperatura de conforto térmico recomendada ao uso também foi de 23°C, por este motivo a equipe decidiu registrar as ocorrências de utilização dos ares condicionados com *setpoint* menor.

Ainda demonstrado na Tabela 9, chama a atenção o fato de que, quase todos os ares- condicionados encontrados em funcionamento, no período de vistoria, estavam com o *setpoint* regulado para uma temperatura menor que 23°C. Além disso, entre essas ocorrências, a maioria estava entre 17 ou 19°C, temperatura bem abaixo da recomendada em projeto.

Ao contrário do que muita gente ainda pensa, ligar o ar-condicionado e já colocar na temperatura mínima de 17 ou 18 °C, por exemplo, não é indicado e não vai gelar o ambiente mais rápido. Aliás, independente da temperatura que for ajustada, a capacidade e velocidade para resfriar o local será a mesma. Como a cidade de Porto Velho mantém temperaturas elevadas ao longo de praticamente todo o ano, este fato pode influenciar na atitude errônea dos usuários, que em sua maioria são os alunos do *campus*, podendo ocorrer também nos outros

horários de funcionamento do *campus* fora do especificado para vistoria do grupo, agravando ainda mais este fato.

Também pode ser observado na Tabela 9 a quantidade de ocorrências de ares-condicionados encontrados ligados em ambientes considerados vazios, menos de 3 pessoas no interior. Para uma hipótese de consumo e desperdício, estabeleceu-se que, para cada evento fosse considerado o uso de 30 min do ar condicionado neste ambiente, totalizando em horas, 95 horas de utilização inadequada somente nos cinco dias de vistoria.

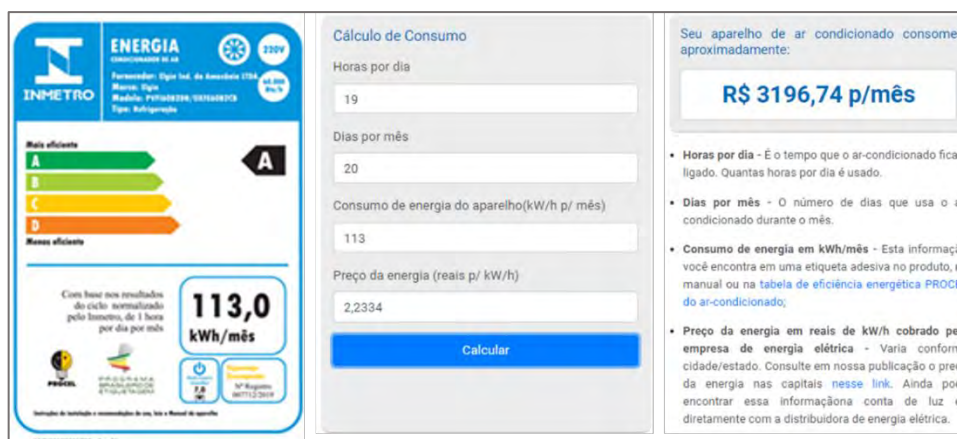
Entretanto, para se estimar um valor de consumo aproximado, adotou-se como padrão a potência do Ar-condicionado Piso Teto Elgin Inverter 60.000 BTU/h só Frio 220V, modelo PVFI60B2DB. Essa escolha se deve ao fato de que, dos 28 ambientes que usam central de ar no Bloco B, 24 são deste modelo referenciado, sendo possível torna-lo referência para os cálculos estimados a seguir.

Para tal, também se usou as informações de consumo contidas no selo INMETRO deste produto, visto a seguir na Figura 30. Como os valores tarifados são em relação ao consumo em kWh/mês, adotou-se também, para fins estimados, que essas horas de uso inadequado de todas as centrais de ar vistoriadas se estenderiam para 4 semanas de aulas em torno de 20 dias, equivalendo, em média, 19 horas totais de uso por dia. Lembrando novamente que está sendo considerado o uso do 28 ares-condicionados vistoriados. Além disso, a tarifa considerada no cálculo em questão foi a cobrada no mês de outubro de 2023, no período hora ponta, no valor de R\$ 2,2334 por cada kWh de uso.

Com o auxílio do site WebArCondicionado, no item calculadora de consumo, pôde-se chegar a uma hipótese de desperdício de aproximadamente R\$ 3.196,74 para o mês de outubro. Neste mês o valor cobrado pela energia no *campus*, somente no horário ponta, foi de R\$ 31.182,95, onde se conclui que 10,25% desse valor pode ser considerado como desperdício de energia elétrica. Os resultados do cálculo estimado de desperdício de energia podem ser observados na Figura 34 a seguir.

Obviamente, a equipe tem ciência que o ar-condicionado não é uma carga com consumo linear de energia e depende de outros fatores para manter sua eficiência como, número de pessoas no ambiente, temperatura externa, fugas de calor, umidade relativa do ar, etc. No entanto, para fins estimados de consumo, esses resultados tornaram-se hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores de desperdício de energia no *campus* do IFRO Calama.

Figura 34 - Cálculo estimado de desperdício de energia após vistoria energética.



Fonte: Adaptado, Calculadora de consumo- Site WebArCondicionado, 2023.

Dando continuidade à análise dos dados ocorridos ao longo da vistoria, pode-se perceber na Tabela 10 que o número de ocorrências para a situação de luz acesa com sala vazia não possui valores significativos diante da baixa potência instalada de iluminação das salas, no entanto não deixa de ser um fator de desperdício de energia a ser trabalhado nas ações de melhorias que serão propostas pela equipe de gestão energética.

Nos laboratórios as ocorrências foram menores ainda em termos proporcionais. Já para as ocorrências em banheiros, é possível perceber que, em quase sua totalidade, os banheiros permanecem com as luzes acesas ao longo do período. Uma vez que os banheiros não possuem boa iluminação natural, essa situação pode estar sendo recorrente também ao longo de todo dia, possivelmente até em fins de semana.

Tabela 10 - Eventos de desperdícios energético - Iluminação e equipamentos no Bloco B

Totalização de eventos ocorridos ao longo de 5 dias de vistoria					
Total de ambientes	22 Salas	5 Laborat.	8 Banheiros	5 Laborat. 160 computad.	28 ambientes
Horário	Salas vazias - luz acesa	Lab vazio - luz acesa	Banheiro vazio - luz acesa	Computador ligado sem uso	Datashow ligado sem uso
18:15	35	10	40	4	7
18:45	35	2	40	3	3
19:15	15	0	30	9	3
19:45	5	0	30	8	2
20:15	5	0	35	5	0
20:45	0	0	35	2	0
21:00	0	0	35	2	0

Fonte: Autoria própria

Esta situação se resolveria de forma rápida e eficiente utilizando-se sensores de presença nos banheiros do bloco, inclusive, deve-se planejar para que essa ação seja feita em todos os banheiros do *campus*, pois nenhum possui sensores para controle de iluminação.

Quanto ao uso inadequado dos computadores dos laboratórios de informática, a quantidade de eventos ocorridos não foi significativa. Apesar da quantidade de computadores dos 5 laboratórios, poucos foram encontrados ligados e sem uso. Em sua maioria, estavam ligados em horário de aula e foram preparados pelos técnicos monitores de informática para o uso dos alunos, caso precisassem, ou no aguardo de alunos que ainda não haviam chegado para aula.

Os técnicos e monitores dos laboratórios de informática do instituto, além do auxílio aos alunos na realização das atividades, faz parte de suas atribuições o gerenciamento do uso e conservação dos equipamentos disponíveis em aula, sendo parte dessas ações o desligamento dos computadores ao final de todo o período de atividade escolar destes ambientes.

Com os dados encontrados ao longo dos dias de vistoria foi possível perceber oportunidades de melhorias no uso e consumo de energia elétrica somente do Bloco B. No entanto, as recomendações para ações de eficiência energética que será elaborada pela Equipe de Gestão Energética, poderá ser estendida para todo o *campus*, sendo embasada nas análises dos dados observados e, respeitando características específicas de determinados ambientes.

5.7 Inspeção elétrica predial no *Campus* Porto velho Calama

A vistoria elétrica predial é um serviço essencial para a identificação de possíveis problemas nas instalações a fim de realizar as devidas correções necessárias de forma a se evitar acidentes e problemas futuros com os equipamentos elétricos encontrados no IFRO.

Além disso, existem inúmeros riscos que as instalações elétricas podem oferecer em situações de má conservação, tais como fios soltos, conexões feitas inadequadamente ou expostos sem proteção adequada, podendo ocasionar choques elétricos, incêndios e até acidentes fatais

A inspeção predial como um todo pode prevenir sérios acidentes e grandes prejuízos. No entanto, foi definido pela equipe que seria relevante ao presente estudo apenas a inspeção das instalações elétrica do *campus* e funcionalidades dos sistemas elétrico e SPDA.

A vistoria realizada pelo grupo tomou como referência as informações encontradas no Laudo Técnico de Inspeção Predial – IFRO Calama, realizado pelo Engenheiro Civil Adolfo Teixeira de Santana Junior, servidor Técnico Administrativo do *campus*. Além disso, o

planejamento da equipe se deu após o recebimento dos documentos e projetos elétricos do *campus*, e forma direcionados às seguintes ações:

- 1 Inspeção documental;
- 2 Inspeção de campo;
- 3 Verificação visual e ensaio fotográfico nas dependências da edificação.

A vistoria foi realizada ao longo de duas semanas no mês de setembro de 2023, sempre acompanhada pelo engenheiro civil integrante da equipe e por um engenheiro eletricista, além de, ao menos, um dos dois técnicos em eletrotécnica terceirizados que são responsáveis pela manutenção elétrica do *campus*.

De forma ilustrativa, neste trabalho serão apresentados apenas algumas imagens dos registros fotográficos realizados ao longo da vistoria. Os arquivos completos serão entregues aos setores responsáveis do *campus*.

5.7.1 Subestação – IFRO Campus Calama

O prédio onde está localiza a subestação é alimentado pela rede primária da Concessionária Energisa, com entrada através da cabine primaria de medição e proteção. Possui o disjuntor de entrada tripolar a vácuo de 630A, e este, por sua vez, alimenta um transformador de 1000 kVA 13,8 kV / 380/220, visto na Figura 35. Em seguida é alimentado o QGBT que atende o prédio do *Campus Calama*.

Figura 35 - Cabine de medição e Proteção, e Trafo de 1000kVA



Fonte: Autoria própria

Não foram encontrados registros da última manutenção preventiva realizada na subestação desde o ano de 2018, sendo recomendado incluir no plano de manutenção preventiva da subestação a periodicidade bianual.

5.7.2 Grupo Gerador – IFRO Campus Calama

O prédio é atendido com sistema emergencial, um Grupo Gerador de 450 KVA, 380/220V que é acionado automaticamente na falta de energia comercial, atendendo as cargas emergenciais de iluminação e tomadas dos Blocos A, B, C e restaurante.

Na vistoria realizada, foi relatado pela empresa contratada de manutenção que o gerador está inoperante há dois anos. Através do laudo realizado pela empresa Noroeste Ltda foi constatada a contaminação severa do óleo diesel do gerador, ocasionando oxidação nos componentes internos do conjunto da bomba e bicos injetores, vistos na Figura 36, havendo a necessidade urgente de manutenção por empresa especializada.

Ademais, com sistema emergencial de energia dos prédios inoperante, em caso de falta de energia comercial, as atividades realizadas no Campus Calama serão interrompidas.

Deve ser incluso no plano de manutenção preventiva do gerador a periodicidade bimestral, além de realização de testes semanais de 30 minutos de operação, conforme recomendação do fabricante.

Figura 36 - GMG 450kVA inoperante com a bomba injetora oxidada



Fonte: Autoria própria

5.7.3 Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

O Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica é do tipo Gaiola de Faraday, contendo três subsistemas de distribuição de carga nos prédios do *campus*: subsistema de captação, instalado nas coberturas dos blocos A, B, Ginásio e área de convivência; subsistema de descida e subsistema de aterramento interligado, conforme projeto executivo.

Quanto ao subsistema da caixa d'água, este é do tipo Franklin com duas descidas laterais interligados ao sistema SDPA da edificação.

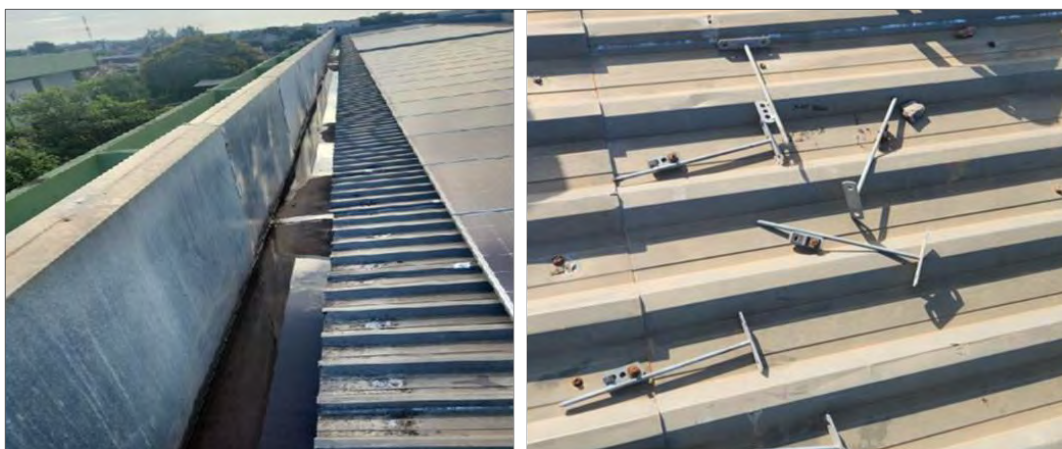
Na inspeção visual o técnico terceirizado informou que houve furto dos cabos do subsistema de captação dos três blocos no período em que foi realizada manutenção das calhas e rufos, conforme apresentado na Figura 37. A Diretoria de Planejamento e Administração (DPLAD) do *campus* relatou ter registrado Boletim de Ocorrência e se encontra em tratativas legais com a empresa para devolução do cabeamento. Além disso, já há o planejamento de nova instalação do aterramento dos blocos afetados.

Haverá necessidade de fazer o projeto para levantamento técnico das ações necessárias à adequação do SPDA da edificação, conforme exigências da norma técnica.

Podem ser observados três tipos de inadequações que deverão fazer parte deste projeto:

- **1º Inadequação:** Aparente má execução do projeto executivo;
- **2º Inadequação:** Falta ou má execução da manutenção periódica;
- **3º Inadequação:** Verificar atualização atualizações da norma técnica a fim de proporcionar mais segurança às instalações da Instituição

Figura 37 - Bloco B sem o cabo terra e suportes soltos dos cabos roubados



Fonte: Autoria própria

É preciso ser elaborado um plano de manutenção preventiva do sistema SPDA com periodicidade semestral, para inspeção visual e trienal para inspeção completa da instalação. Só assim poderá ser garantido que o sistema atuará corretamente na segurança dos equipamentos elétricos do *campus*.

5.7.4 Alimentadores Energia

A alimentação de energia se dá através de três QDG's (Quadros de Distribuição Geral) para atendimento dos blocos A, do bloco B e do bloco C. Parte da carga de iluminação e tomadas são alimentadas através QDGE (Quadros de Distribuição Geral de Energia) com energia essencial do grupo gerador do *campus*.

Foi verificado na inspeção visual que, principalmente os quadros de alimentação dos Blocos B e C e do Ginásio Poliesportivo, apresentam formação de condensação no interior dos painéis, causando oxidação nos barramentos e conexões, podendo apresentar possíveis defeitos posteriormente, conforme apresentado nas Figura 38, 35 e 36

Como nos informa a pesquisa de Paz (2011) a formação de ponto de orvalho ou condensação acontece quando o ar úmido entra em contato com uma superfície fria, resultando na transição do estado líquido para sólido e, conseqüentemente, na indesejada acumulação de condensação nos quadros elétricos. Essa condição leva a um aumento significativo da água nos quadros localizados em ambientes úmidos ou expostos ao tempo, especialmente com o aumento da temperatura.

Este acúmulo de condensação no interior dos quadros elétricos aumenta a insegurança e mau funcionamento desses equipamentos, podendo acelerar o envelhecimento de sua estrutura, causar problemas de oxidação em conexões, curto-circuito e falhas nos dispositivos elétricos e eletrônicos dependentes destes painéis (NAKAMURA, 2019).

Existem diversas formas de manter a condensação sob controle em quadros elétricos, devendo ser estudado a viabilidade financeira a ser assumida pelo *campus*. No entanto, como sugestão, poderá ser utilizada aquecedores nos painéis elétricos para reduzir a umidade abaixo de 60%, no entanto, é recomendado contratação de mão de obra especializada para maiores sugestões de melhorias deste problema.

Figura 38 - Condensação QDE Bloco B



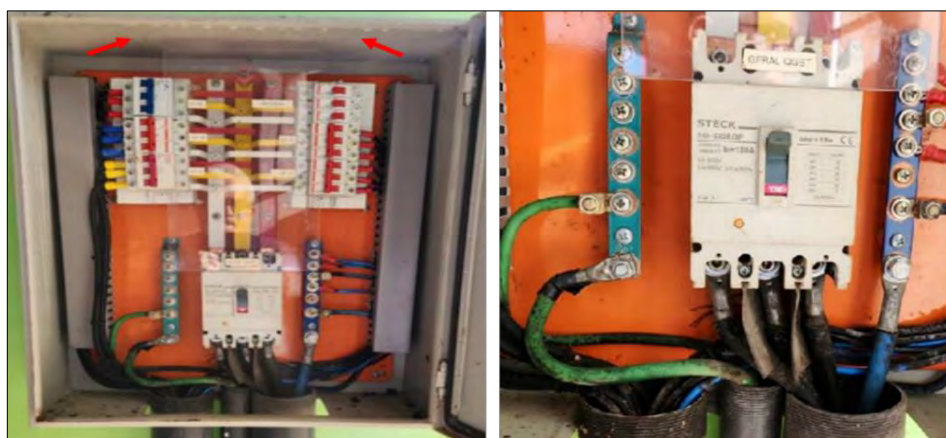
Fonte: Autoria própria

Figura 39 -Oxidação no QDF Bloco C



Fonte: Autoria própria

Figura 40 - Condensação e Oxidação QGBT Ginásio Poliesportivo



Fonte: Autoria própria

Em outra situação, alguns cabos estão localizados no fundo das caixas de passagem com até 160 mm de profundidade e localizadas no chão das áreas externas dos Blocos, como visto nas Figura 41 a seguir. Estes cabos, em períodos de chuvas fortes, podem ficar submersos no interior da caixa e sofrerem danos ao longo do tempo. É recomendado refazer a instalação utilizando eletroduto de PVC apropriado para área externa.

Figura 41 - Algumas das caixas de passagem para cabos elétricos – Bloco B e A



Fonte: Autoria própria

Deve-se incluir no plano de manutenção preventiva dos quadros de alimentação de energia a periodicidade anual para termografia e reaperto de conexões, aproveitando período de férias escolares. Já inspeções visuais podem ser mensais, ou de acordo com a necessidade de cada painel.

Não foram encontrados nenhum registro de manutenção preventiva nos painéis elétricos contendo as recomendações anteriormente descritas. De acordo com a empresa de manutenção contratada pelo IFRO, não há quantitativo pessoal suficiente para este trabalho, além da restrição de horas extras que inviabilizam a realização de manutenção aos fins de semana.

5.7.5 Sistemas De Climatização

As salas da administração, coordenações, auditório, laboratórios e salas de aula são climatizadas por aparelhos do tipo split, onde a unidade evaporadora encontra-se separada da unidade condensadora e interligadas pelas linhas frigoríficas, onde o compressor fica junto à unidade condensadora.

O *Campus* possui ao todo 161 splits, sendo 5 splits de 7.500 BTU, 4 Splits de 12.000 BTU, 5 splits de 18.000 BTU, 2 splits de 24.000 BTU, 32 splits de 30.000 BTU, 22 splits de

36.000 BTU, 2 splits de 48.000 BTU e 89 splits de 60.000 BTU. A Figura 42 apresenta alguns desses exemplares instalados nos Blocos B e C.

O sistema não possui renovação de ar nos ambientes internos com filtragem recomendada pela ANVISA e NBR R-16401/1/2/3. Além disso, há a necessidade de reavaliar a proteção mecânica dos cabos de alimentação das condensadoras nas caixas de passagem.

Figura 42 - Splits Bloco C e B



Fonte: Autoria própria

Como pode ser observado nas figuras a seguir, a maioria dos cabos dentro de Seal tubos com alma de aço, usados para acomodação dos cabos estão em contato com chão e sujeito a degradação pelo clima. Este material é flexível e de fácil instalação, no entanto quando exposta sua alma, apresenta áreas perfurocortantes que podem avariar o isolante dos cabos elétricos e causar acidentes graves.

Figura 43 - Cabo de alimentação Central de Ar Mini Auditório, Bloco A



Fonte: Autoria própria

Em alguns casos, os cabos estão ficando totalmente expostos nas curvas de eletrodutos quebrados, ou em Seal tubos danificados, gerando desgaste prematuro e aumentando o risco de falha elétrica, podendo ser observados nas Figura 43, 40 e 41 algumas dessas irregularidades encontradas.

Figura 44 - Cabo de alimentação Central de Ar Sala 06, Bloco B



Fonte: Autoria própria

Figura 45 - Cabo de Alimentação Central de Ar Laboratório de Química, Bloco C



Fonte: Autoria própria

Atualmente o contrato de manutenção para o sistema de climatização atende somente às demandas corretivas. Não são realizadas as manutenções preventivas como, por exemplo, a verificação geral do funcionamento dos aparelhos, da conservação das peças e componentes elétricos, limpeza em itens como o filtro de ar, bandeja de condensador, ventilador e umidificador, identificação de vazamento de gás, isolamentos térmicos poderão reduzir o tempo de vida útil dos aparelhos.

Deve ser incluído no contrato de manutenção preventiva destes aparelhos os itens manutenção acima citados e também definir esta periodicidade para mensal para que se mantenha a eficiência e durabilidade dos ares-condicionados do *campus*.

5.8 Plano de melhorias de eficiência energética

Após a análise documental das vistorias realizadas pela Equipe de Gestão Energética do IFRO *Campus Calama* pode-se ter uma maior compreensão de todo o consumo elétrico do instituto.

Tomando como base o estudo de Zucchi *et al.* (2020), as medidas de eficiência energética podem ser classificadas de acordo com o seu custo de implementação e, após as análises realizadas pela equipe de gestão, foram levantadas ações de melhorias classificadas como medidas de zero, baixo e médio-alto custo que possam ser realizadas no *campus*.

Estas recomendações serão enviadas a alta direção para que, na medida do possível, possam ser implementadas como um plano de melhoria contínua de eficiência energética da instituição.

5.8.1 Medidas de zero custo

Medidas de zero custo são ações que podem ser realizadas por pessoal interno, não havendo a necessidade de investimentos feitos pela organização específica para o projeto. Em geral, são medidas operacionais que privilegiam a conscientização e mudanças comportamentais como novos hábitos, comportamentos e formas de pensar voltados a adquirir uma maior consciência sobre a importância da eficiência energética.

As medidas consideradas relevantes pela equipe e dentro da realidade do IFRO podem ser conferidas a seguir:

- a) Realizar campanha de conscientização do uso correto da energia elétrica do *campus*, com auxílio da Coordenação de Comunicação e Eventos (CCOM), através de vídeos institucionais, divulgação em redes sociais e sites oficiais do IFRO, entre outros. Recomenda-se que a campanha foque na conscientização quanto aos ganhos em melhorias de estrutura de ensino e bolsas de estudos que o *campus* pode oferecer aos discentes ao reduzirem as despesas que o *campus* tem com eletricidade.

- b) Colocar etiquetas educativas, encaminhar e-mails de divulgação e realizar treinamentos para orientar os gestores e usuários sobre as boas práticas de utilização e demonstrar o impacto das suas ações no consumo geral da edificação.
- c) Aproveitar ao máximo a luz natural dos ambientes, principalmente das salas de aula, onde as cortinas permanecem quase sempre fechadas sendo preciso manter as luzes acesas.
- d) Desligar as luzes de ambientes que não estejam sendo utilizados.
- e) Desligar os computadores quando não estiverem em uso e não os deixar apenas em modo de espera, uma vez que estes equipamentos, mesmo consumindo uma potência baixa nessas situações, o número de máquinas disponíveis aos servidores no administrativo e nos laboratórios podem chegar a, aproximadamente 500 computadores, e isso pode ser um fator de consumo expressivo a se considera.
- f) Desligar o monitor, a impressora, o estabilizador, a caixa de som, o microfone e outros acessórios, sempre que não estiverem em uso.
- g) Campanha de conscientização para manter a temperatura de *setpoint* das centrais de ar entre 22 e 23°C e sempre os desligar quando o ambiente estiver vazio ou com poucas pessoas.
- h) Manter janelas e portas fechadas durante o uso das centrais para não se ter perda de energia térmica, gerando maior consumo elétrico pelo equipamento.
- i) Submeter novos projetos ao Programa de Eficiência Energética do grupo Energisa, uma vez que o projeto não limita a participação de colaboradores já contemplados pelo projeto e o IFRO ainda permanece com 113 centrais de ar não contemplados pelo projeto anterior.

5.8.2 Medidas de baixo custo

Estas medidas podem exigir a compra ou substituição de algum equipamento de baixo custo, implementação destes itens geralmente simples, sendo possível aquisição com base em estudos preliminares de *payback* realizados pela própria instituição.

- a) Instalar sensores de presença em todos os banheiros do *campus*, uma vez que a iluminação natural da maioria destes ambientes é bem ruim, gerando o problema de luz acesa em ambiente vazio em todo período escolar do *campus*.

- b)** Realizar a manutenção ou a troca das cortinas tipo persiana vertical localizadas em todas as salas de aula e laboratórios do *campus*. Várias estão com a corrente de acionamento arrebentada ou com algumas lâminas da cortina amassadas, impedindo sua abertura corretamente.
- c)** Fazer a correta vedação de janelas em ambientes condicionados, para reduzir a infiltração de ar externo.
- d)** Incluir no contrato de manutenção dos sistemas de climatização um plano de manutenção preventiva conforme recomendações técnicas estipuladas pelos fabricantes das centrais de ar.
- e)** Incluir no contrato da empresa de manutenção predial o plano de manutenção preventiva em todos os painéis e equipamentos elétricos do *campus*. As ações de eficiência energética podem, inclusive, gerar receita para ajustes nos contratos com estas empresas e gerar um efeito cascata para que os equipamentos bem conservados possam operar em sua eficiência máxima.
- f)** Contratação de serviço temporário para realizar adequação dos cabeamentos elétricos dentro das caixas de passagem e que estão sofrendo desgastes por alagamento. Além disso, fazer a acomodação dos cabos elétricos das centrais de ar que estão danificados e ou expostos, em eletrodutos de PVC apropriados para áreas externas.
- g)** Aproveitar o potencial do IFRO Porto Velho Calama em seus cursos de Engenharia de Controle e Automação, Tecnologia da Informação, Técnico em Eletrotécnica e Técnico em Informática no incentivo a pesquisas de Ensino e Extensão direcionadas ao ramo de automação predial, visando o controle eficiente do uso das centrais de ar e iluminação do *campus*.
- h)** Contratação de empresa para estudos de adequação de modelo tarifário e ou contratação de demanda correta do instituto devido ao alto consumo de energia no horário ponta.
- i)** Contratar empresa especializada para avaliação da viabilidade de inclusão do IFRO no Mercado Livre de Energia (MLE). Vale ressaltar que as empresas operadoras do mercado de energia elétrica, em sua maioria, realizam esta consultoria nas organizações de forma gratuita, prospectando novos clientes para si. Os valores negociados no MLE são extremamente competitivos, podendo alguns consumidores alcançarem até 35% de redução nos custos com a energia elétrica.

5.8.3 Medidas de médio-alto custo

Estas medidas necessitam de investimentos consideráveis e altos, contendo estudos detalhados de *payback* e avaliações de riscos de implantação. São ações que podem trazer os maiores resultados em eficiência energética ao *campus*, mas o que demanda maior dificuldade de implementação diante de restrições orçamentárias vivenciadas pelas Instituições de Ensino.

- a) Contração de empresa especializada para manutenção do Grupo Gerador para reestabelecimento de seu funcionamento normal. Além disso, diante da importância deste equipamento na preservação das aulas em períodos sem abastecimento de energia pela concessionária, prever contrato de manutenção preventiva respeitando as recomendações técnicas do fabricante.
- b) Contratar empresa especializada para adequação de projeto e instalações elétricas nos sistemas de SPDA danificados do instituto.
- c) Ajustes no projeto arquitetônico das salas de coordenações de curso do *campus*. Estas salas são abertas entre si, e não possuem climatização individual, além de possuírem áreas de circulação ampla que necessitam também de climatização mais potentes. Recomenda-se o fechamento lateral das salas e instalação de ar-condicionado individual com menor potência, evitando ocorrências rotineiras no horário noturno de ter poucas pessoas nestes ambientes e necessitarem de ligar os condicionadores de ar mais potentes para chegar a um conforto térmico adequado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência energética é um conceito fundamental que visa otimizar o uso de energia, minimizando o desperdício e reduzindo o impacto ambiental associado à produção e consumo de energia. Além disso, desempenha um papel crucial na sustentabilidade ambiental e na mitigação das mudanças climáticas, uma vez que contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Nesse sentido, quando se iniciou o trabalho de pesquisa constatou-se que o IFRO *Campus* Porto, vêm buscando diversas ações que visam a otimização do consumo de energia elétrica do *campus*. Porém, nos anos de 2022 e 2023 foram realizados dois maiores projetos de eficiência energética voltadas a este fim: O Projeto de Eficiência Energética IFRO Porto Velho Calama (PEE-IFRO) e Implementação de Usinas Fotovoltaicas no IFRO *Campus* Calama.

O PEE-IFRO, em parceria com a concessionária de energia Energisa contemplou a substituição de 3.011 lâmpadas para tecnologia LED e 48 equipamentos de ar-condicionado por modelos mais eficientes. As ações do projeto finalizaram em dezembro de 2022, sendo seguidos pela implantação da Usina Solar até junho de 2023.

Já a Usina Solar pretendeu, em projeto, abastecer em torno de 29% do consumo do *campus*, abastecendo praticamente todo o consumo de energia que o Instituto necessita para funcionar durante o dia.

Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar o desempenho da gestão de energia elétrica do IFRO *Campus* Porto Velho Calama, baseando-se nos critérios da ABNT NBR ISO 50001, através de um modelo de Sistema de Gestão de Energia (SGE) alinhado a realidade de uma Instituição de Ensino.

O primeiro ponto observado foi a clareza das informações contidas na norma. Estas são expostas de forma bem didática e coesa com a realidade das organizações. Além disso, os critérios a serem seguidos puderam ser adaptados à realidade do IFRO Calama de modo eficaz. Apesar da relativa demora em encontrar servidores que aceitassem participar do projeto, a montagem da equipe de gestão, um dos primeiros critérios que a ISO 50001 preconiza em sua implementação, ocorreu de forma eficiente e as ações a serem realizadas foram atendidas satisfatoriamente. Estas atividades puderam, na medida do possível, ser divididas entre o grupo tornando-as menos estafante, fortalecendo o trabalho em equipe e o senso de responsabilidade voltados ao setor elétrico do *campus*.

Já em relação aos objetivos específicos da pesquisa, o primeiro item era destinado a investigar o consumo energético do *campus*. Esta ação era de vital importância para dar subsídios aos próximos objetivos específicos, pois conhecer as características e particularidades do consumo elétrico do IFRO nos permitiria analisar e comparar os dados anteriores com os posteriores a implementação dos projetos de eficiência energética. Nesse sentido, esta etapa foi executada sem maiores dificuldades pela equipe de gestão energética e proporcionou argumentação sólida na discussão dos impactos das ações de eficiência energética realizadas no IFRO *Campus* Calama.

Quanto ao impacto que o PEE-IFRO, chamou a atenção o fato de que, apesar das ações do PEE terminadas em dezembro de 2022, quando comparado consumo elétrico do Instituto em 2023 com o ano anterior, este consumo aumentou de forma expressiva em quase todos os meses analisados. Este fato foi analisado buscando entender os motivos desse aumento e

constatou-se que o instituto, no ano de 2023, aumentou significativamente as atividades escolares, quando comparados com o ano de 2022.

Neste ano, o retorno das atividades pós pandemia ainda não havia acontecido de forma plena. Apesar do total retorno às aulas presenciais, as atividades de extensão, cursos formação inicial e continuada, além das demais atividades oferecidas a comunidade ainda não ocorriam integralmente. No entanto, em 2023 estas atividades retornaram significativamente em maior quantidade, destacando-se o fato dos cursos integrados ao ensino médio do IFRO *Campus* Porto Velho Calama terem passado a ser em tempo integral.

Nesta modalidade o estudante frequenta aulas em dois períodos, totalizando cerca de oito horas de aulas diariamente, ou na maior parte da semana. Cada curso técnico teve suas turmas divididas em duas, A e B, praticamente dobrando o número de ensalamentos em comparação com o ano de 2022. Além disso, outro fato relevante a ser considerado foi o início das aulas do novo curso Superior - Engenharia Química do IFRO, também gerando maior número de uso de salas e laboratórios no período noturno.

Os dados analisados pela equipe de gestão energética também apontaram um aumento expressivo de 26% de solicitações para uso dos auditórios e laboratórios para a comunidade externa do IFRO, como eventos da Polícia Federal, Polícia Rodoviária Federal, Guarda Municipal, Detran, etc., Universidade Federal de Rondônia, além dos eventos científicos do próprio Instituto sediados no *campus*. Este fator também pode ter contribuído para este aumento no consumo de eletricidade em 2023.

Em seguida, ao ser examinados o desempenho da Usina Solar implantada no *campus*, foi constatado que a média de geração durante os meses de junho a outubro de 2023, nos quais ocorreu geração completa, é aproximadamente 32.870,96 kWh. Ao contrastarmos esse valor com a capacidade teórica de geração da Usina Solar, estabelecida em 35.000 kWh em condições ideais, é possível considerar que a usina está atendendo às expectativas previamente estabelecidas no projeto de instalação.

Entretanto, ao analisar a diminuição do consumo de energia do *campus* durante o período fora do horário de pico, prevista no projeto da usina para ser de 55% do consumo mensal em kWh, observa-se que essa meta não está sendo plenamente atingida. De acordo com a comparação de dados entre os anos de 2023 e 2022, a redução alcançada foi de aproximadamente 30%, sendo uma economia significativa, porém, não atingindo o objetivo estabelecido no planejamento inicial. Este fato também pode estar correlacionado e amparado

nas mudanças da dinâmica escolar ocorridas no IFRO *Campus* Calama no ano de 2023, conforme discutidos anteriormente.

Quando analisado os dados levantados pela equipe concentrados nos custos de energia empregados pelo *campus* antes de depois da instalação da Usina Solar, dois pontos relevantes puderam ser constatados. Primeiramente foi possível observar que o custo de energia médio total do *campus* em 2023, quando comparado com os valores pagos em 2022, teve uma redução considerável, cerca de 14% de redução.

No entanto, quando comparados os valores de energia nos horários ponta e fora ponta, o IFRO passou a ter como maior dispêndio financeiro de energia elétrica os valores consumidos no horário ponta. Como a totalidade da energia gerada pela Usina Solar é consumida pelo *campus* ao longo do dia, no horário fora ponta, o custo de energia no horário ponta passou a figurar como o item de maior importância para ações de eficiência energética para redução destes custos.

Além disso, utilizando-se das recomendações e critérios da ISO 50001 quanto a avaliação da infraestrutura elétrica do *campus*, também foi possível notar que diversos pontos da instalação elétrica necessitam de atenção para reparos ou melhorias estruturais. Estas ações de melhorias também fazem parte do relatório técnico e deverão ser entregues ao setor de planejamento e manutenção. Garantir a melhor condição possível desta infraestrutura reflete diretamente, não só na segurança e confiabilidade dos equipamentos utilizados no *campus*, mas também se alinha aos princípios da eficiência energética e sustentabilidade combatendo o desperdício de energia.

Em síntese, esta pesquisa partiu da hipótese da utilização da ISO 50001 como norte em um sistema de gestão energética aplicados em uma Instituição de Ensino, uma vez que esta norma é majoritariamente usada em organizações industriais. Durante o trabalho verificou-se que esta ISO pode ser utilizada nestas instituições de forma eficiente, norteando o sistema de gestão de energia de forma a permitir identificar e compreender o seu consumo atual de energia.

Em todo processo metodológico da pesquisa, foi possível através dos critérios estabelecidos pela ISO 50001 a análise detalhada dos principais pontos de consumo, antes e após a implementação dos projetos de eficiência energética do *campus*. Com essa compreensão, é possível elaborar e planejar a implementação de medidas eficientes para reduzir o consumo e otimizar o uso da energia, refletindo na melhoria da educação oferecida pelo IFRO.

Diante da metodologia proposta, pode-se constatar que, apesar de a ISO 50001 ser uma norma de grande utilidade para aprimorar a eficiência energética em várias organizações, sua

implementação em instituições de ensino ainda não é amplamente difundida. Muitas instituições educacionais, especialmente aquelas de menor porte, podem não estar familiarizadas com os princípios dessa norma e com os benefícios que ela proporciona, o que torna desafiante a sua adoção nesse contexto específico.

Outro fator limitante, principalmente em instituições públicas, está na limitação dos recursos financeiros para implementação das ações de melhorias. Algumas ações podem ter dificuldades de execução diante dos custos a serem considerados. Nesse sentido, a pesquisa teve de se limitar a análise e recomendações de melhorias para eficiência energética, sem a garantia de que todas as ações propostas iriam ser executadas pelo setor administrativo.

No entanto, o principal desafio é a falta de incentivos e regulamentações específicas para escolas e afins. Ao contrário de alguns setores industriais, onde a eficiência energética é incentivada ou regulamentada por políticas governamentais, as instituições de ensino podem não enfrentar as mesmas pressões externas para redução de seu consumo energético e isso pode reduzir a motivação para adotar a norma como ferramenta para este fim.

Por fim, sabe-se que implantar programas de gestão é um grande desafio e requer muito esforço e dedicação de todos os envolvidos para alcançar o propósito como parte de uma instituição pública. No entanto, diante do comprometimento que o IFRO *campus* Porto Velho Calama tem demonstrado, espera-se que esta pesquisa permita compreender que o uso da ISO 50001 pode contribuir significativamente no alcance das metas de redução do consumo elétrico a serem apresentadas pela organização.

Em resumo, a aplicação dos critérios da ISO 50001 em instituições de ensino não apenas auxilia a otimizar o consumo de energia, mas também desempenha um papel fundamental na formação de uma cultura sustentável, moldando o futuro de maneira positiva e responsável.

7 PRODUTO TÉCNICO



RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO

Alessandro de Almeida

Roberta Dalvo Pereira da Conceição

FEVEREIRO, 2024

Este relatório está em conformidade com a metodologia de avaliação da Produção Técnica e Tecnológica proposta pela CAPES (2019).

Organização: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

Discente: Alessandro de Almeida

Docente orientadora: Profa. Dra. Roberta Dalvo Pereira da Conceição

Dissertação: A Utilização dos Critérios da ABNT NBR ISO 50001 na Elaboração de um Modelo de Gestão Energética para o IFRO *Campus* Porto Velho Calama.

Data da defesa: 22/02/2024.

Setor beneficiado com o projeto de pesquisa, realizado no âmbito do programa de mestrado: Autarquia federal da área de educação.

Descrição da finalidade:

O produto tecnológico desenvolvido consiste em um Relatório Técnico Conclusivo que visa apresentar propostas de melhorias e boas práticas a serem implementadas na gestão de energia elétrica do IFRO *Campus* Porto Velho Calama, com base em análise pautadas nos critérios da ABNT NBR ISO 50001. Seu objetivo principal é apresentar informações que permitam que os gestores dos setores envolvidos possam conhecer e entender as fragilidades do sistema elétrico do *campus* para que possam ser traçadas estratégias de melhoria a serem implementadas, proporcionando resultados positivos para a instituição e para a qualidade da educação oferecida pelo Instituto.

Avanços tecnológicos/grau de novidade:

A pesquisa realizada permitiu a proposição de ações de aperfeiçoamento do programa de gestão de energia elétrica no *campus*, estudado a implantação de um sistema de gerenciamento de energia baseados nos critérios da ABNT NBR ISO 50001, norma comumente utilizado no setor industrial, com o objetivo de melhorar o desempenho energético do *campus*.

- () Produção com alto teor inovativo: Desenvolvimento com base em conhecimento inédito;
- (x) Produção com médio teor inovativo: Combinação de conhecimentos pré-estabelecidos;
- () Produção com baixo teor inovativo: Adaptação de conhecimento existente;
- () Produção sem inovação aparente: Produção técnica.

A produção é resultado do trabalho realizado pelo programa de pós-graduação ou resultado do trabalho individual do docente, o qual seria realizado independentemente do mesmo ser docente de um programa ou não?

A produção é resultado do trabalho realizado pelo programa de pós-graduação.

Docentes Autores:

Nome: Roberta Dalvo Pereira da Conceição (X) Permanente; () Colaborador

Discentes Autores:

Nome: Alessandro de Almeida () Mest. Acad.; (X) Mest. Prof.; () Doutorado

Conexão com a Pesquisa:

Projeto de Pesquisa vinculado à produção: Gestão ambiental e sustentabilidade.

Linha de Pesquisa vinculada à produção: Linha1 – Linha de Pesquisa: Gestão de Processos, Projetos e Tecnologias.2. – Gestão Ambiental e Gerenciamento de Resíduos de Gestão.

() Projeto isolado, sem vínculo com o Programa de Pós-graduação

Artigos:

Panorama sobre o uso da ISO 50001 como modelo de Gestão Energética em Instituições de Ensino: Um Estudo Bibliométrico de 2011 a 2023.

Aplicabilidade da Produção Tecnológica:

O objetivo deste Relatório Técnico Conclusivo é apresentar propostas de melhorias e boas práticas a serem implementadas na gestão de energia elétrica do IFRO *Campus* Porto Velho Calama, em função das análises dos resultados encontrados na pesquisa bibliográfica e de campo, pautadas nos critérios da ABNT NBR ISO 50001.

Descrição da Abrangência realizada:

Este relatório descreve o produto final associado à dissertação de mestrado profissional que teve como objetivo a aplicação dos conceitos da ABNT NBR ISO 50001 em um sistema de gestão energética no IFRO *Campus* Calama

Descrição da Abrangência potencial:

Aplicar as ações de aperfeiçoamento do programa de gestão energética em outros *campi* e em outras instituições de ensino que já implementaram ou pretendam buscar a eficiência energética em suas organizações, respeitando-se as particularidades de cada instituição.

Descrição da Replicabilidade:

A possibilidade de replicação das ações delineadas no plano de ação é viável e indicada para ser implementada em todos os demais *campi* do Instituto Federal de Rondônia, desde que sejam considerados os ajustes ou adaptações requeridas. Adicionalmente, a metodologia descrita na pesquisa oferece um protocolo explícito para a coleta e análise dos dados, o que possibilita a sua utilização em outros Institutos Federais ou instituições semelhantes.

A produção necessita estar no repositório? Sim

Documentos Anexados (em PDF)

- (x) Declaração emitida pela organização cliente
- (x) Relatório

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	115
2 PRINCIPAIS PONTOS A SEREM ENFRENTADOS	117
2.1 Equipe de Gestão Energética IFRO Calama	117
2.2 Plano de atividades elaborado pela Equipe de Gestão	117
2.3 Avaliação Projeto Eficiência Energética – IFRO Calama	118
2.4 Avaliação Projeto Usina Solar – IFRO Calama	122
2.5 Custos com Energia Elétrica do IFRO <i>Campus</i> em 2023	123
2.6 Possíveis causas do aumento do consumo elétrico do IFRO Calama em 2023	126
2.6.1 <i>Mudanças da rotina escolar do Campus de forma institucionalizada</i>	126
2.6.2 <i>Vistoria Comportamental – Desperdício de Energia no Campus no horário ponta.</i>	127
2.7 Inspeção elétrica predial no <i>Campus</i> Porto velho Calama	131
2.7.1 <i>Subestação – IFRO Campus Calama</i>	132
2.7.2 <i>Grupo Gerador – IFRO Campus Calama</i>	133
2.7.3 <i>Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)</i>	133
2.7.4 <i>Alimentadores Energia</i>	134
2.7.5 <i>Sistemas De Climatização</i>	136
3 PROPOSTAS DE ENFRENTAMENTO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS...	138
3.1 Plano de melhorias de eficiência energética	138
3.2 Medidas de zero custo	138
3.3 Medidas de baixo custo	139
3.4 Medidas de médio-alto custo	140
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA PESQUISA	141
REFERÊNCIAS	142

1 APRESENTAÇÃO

A energia é certamente indispensável às atividades humanas e, por esta razão, tornou-se indispensável discutir os desafios energéticos trazidos à tona por alterações climáticas e ambientais, além de um consumo adequado dos recursos energéticos (LAMBERTS, 2014). Sabendo disso, a gestão de um processo industrial ou residencial, o baixo consumo de energia e a sustentabilidade da operação são apenas alguns dos principais desafios dos gestores contemporâneos.

De acordo com o Portal Canal Energia, o relatório do mercado de eletricidade 2023 publicado pela Agência Internacional de Energia, mostra que depois de uma ligeiramente desaceleração de 2% na demanda global de eletricidade. Porém tem-se um crescimento esperado para os próximos três anos de uma aceleração aproximada em 3%, tendo como previsão as energias renováveis e a nuclear sendo os principais fornecedores da demanda mundial.

Já no Brasil o crescimento do consumo elétrico também tem apresentado crescimento significativo, seguindo a tendência mundial. Segundo o Anuário Estatístico De Energia Elétrica 2023, ano base 2022, o consumo total de energia elétrica no Brasil foi de 509 Terawatt-hora (TWh), cerca de 2,4% maior do que no ano anterior (EPE, 2023).

Além disso, através do Atlas da Eficiência Energética – Brasil 2022, pôde-se constatar que o setor industrial ainda é o maior consumidor de energia elétrica do país. No entanto a evolução do consumo das edificações, composta pelos setores residencial, comercial e público também foi significativamente elevado. Estes setores respondem por 1/6 do consumo de energia total do Brasil, tendo a principal fonte de energia utilizada nas edificações a energia elétrica.

No ano de 2021, as residências utilizaram 45% de eletricidade, 23% GLP e 26% de lenha; já os edifícios comerciais e públicos utilizam majoritariamente a eletricidade com 92% de participação, sendo nesse segmento onde está o maior potencial de eficiência elétrica (EPE, 2022).

Ademais, geralmente edifícios públicos ou privados retratam oportunidades consideráveis de redução de tarifas de energia elétrica através de um gerenciamento da instalação, adoção de equipamentos mais eficientes, mudança no hábito dos usuários, assim como projetos arquitetônicos que visam o melhor aproveitamento dos recursos naturais existentes (BRASIL, 2022).

Segundo Pinheiro e Kohlrausch (2011) em um ambiente onde a demanda por energia elétrica é um fator importante no planejamento da infraestrutura organizacional, é de suma importância a implementação de sistemas e procedimentos que garantam a utilização de forma consciente de energia elétrica, bem como o desenvolvimento e aperfeiçoamento de boas práticas na utilização deste recurso.

Por causa disso, as mais diversas organizações discutem maneiras para reduzir as despesas com o consumo energético, e uma das alternativas se baseia na norma ISO 50001, conhecida no Brasil por ABNT NBR ISO 50001. O propósito dessa regulamentação é possibilitar que as organizações implantem ações de eficiência energética por meio de sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético, incluindo o uso e o consumo desse bem.

Além disso, de acordo com Fossa e Sgarbi (2017), essa norma se propõe a reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) por meio do estímulo à utilização de um sistema de gestão de energia, que promoverá redução de custos e otimização do consumo energético.

Ademais, como nos informa Montegro (2021), o governo federal publicou o decreto nº 10.779, de 25 de agosto de 2021, em edição extra do Diário Oficial da União estabelecendo medidas para a redução do consumo de energia elétrica pela administração pública federal direta, autarquias e fundações. A meta é diminuir o gasto de eletricidade entre 10% e 20% de

setembro de 2021 a abril de 2022, em relação à média do consumo do mesmo mês nos anos de 2018 e 2019.

Caso seja alcançado a maior meta proposta pelo decreto, uma redução de 20% nos custos anuais com eletricidade no *campus* geraria uma receita significativa em valores anuais. Recursos esses que poderia ser direcionado a outros setores do *campus*, visando sempre a melhoria das instalações e da qualidade de ensino que o IFRO propõe a comunidade.

Nesse sentido, e corroborando com o Plano de Logística Sustentável do IFRO e com as metas estabelecidas pelo governo federal, o Instituto tem buscado parcerias e recursos financeiros para realizar ações de eficiência energética que possam impactar positivamente no consumo de eletricidade do *campus* e nos anos de 2022 e 2023 ocorreram duas grandes ações voltadas a este fim no *campus* Porto Velho Calama, sendo elas:

➤ **2022 - Projeto de Eficiência Energética IFRO Porto Velho Calama (PEE-IFRO) em parceria com a Energisa Rondônia Distribuidora de Energia S.A.**

O objetivo deste projeto foi a implementação de ações de Eficiência Energética nos sistemas de iluminação e condicionamento ambiental do IFRO Porto Velho, através da substituição de materiais e equipamentos convencionais existentes por materiais e equipamentos eficientes com Selo Procel de Economia de Energia;

➤ **2023 – Implementação de Usinas Fotovoltaicas no IFRO *Campus* Calama.**

O propósito deste projeto foi instalar um sistema fotovoltaico de aproximadamente 278,46kWp, que em condições normais, deverá abater aproximadamente 55% do kWh/mês consumido pelo *campus* no horário fora ponta.

Estes dois grandes projetos já foram concluídos e se encontram em pleno funcionamento, o que gerou grande interesse em estudar quais foram os efetivos impactos que estas ações tiveram no consumo de eletricidade do instituto após quase dois anos de suas implementações.

Outro elemento importante a ser considerado e determinante para o desenvolvimento desta pesquisa é o fato do governo federal, por meio do Ministério de Minas e Energia, vir realizando um trabalho de conscientização e incentivo do uso da ABNT NBR ISO 50001 como ferramenta de apoio a práticas que possam minimizar os custos com energia elétrica em administrações públicas (BRASIL, 2022).

Nesse sentido, Instituições de Ensino Superior (IES) também tem enfrentado uma crescente pressão da sociedade pela busca do uso consciente de energia elétrica, uma vez que estas são fundamentais no trabalho de promover a transformações em prol da sustentabilidade. Segundo a análise de Sousa, Carniello e Araújo (2012), as IES desempenham um papel estratégico como organizações com responsabilidades sociais através de suas atividades nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, e até mesmo na maneira como operam na rotina escolar, conscientizando a comunidade sobre a importância de seu envolvimento na tomada de decisões para promover as mudanças e transformações necessárias em prol do Desenvolvimento Sustentável.

Diante do exposto, o presente relatório apresenta um diagnóstico, pautado em um modelo de gestão baseados nos critérios da ABNT NBR ISO 50001, das ações de eficiência energética realizadas pelo IFRO *Compus* Calama nos anos de 2022 e 2023, bem como a avaliação das condições atuais do sistema elétrico do *campus*, trazendo uma visão geral sobre a gestão energética do Instituto, demonstrando as potencialidades, limitações e os principais desafios encontrados nessa modalidade laboral e apresentando o que pode ser realizado a partir de propostas de enfrentamento

2 PRINCIPAIS PONTOS A SEREM ENFRENTADOS

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO *Campus* Porto Velho Calama, recebendo as devidas autorizações dos setores responsáveis e seguindo todos os protocolos de segurança para as vistorias técnicas. A coleta de dados ocorreu nos meses de dezembro de 2023 a junho de 2024, através da realização de pesquisa bibliográfica sobre o tema, pesquisa documental e pesquisa de campo.

Utilizando-se das diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR ISO 50001, foi organizado uma equipe de gestão energética para realização em grupo das análises. Em seguida foram analisados os dois maiores projetos de eficiência energética ocorridos em 2022 e 2023, levantados os principais dados energéticos a serem considerados na organização, rotinas seguidas pela instituição voltados ao consumo de energia elétrica, foram feitas leitura e análise das contas de energia dos anos de 2022 e 2023, bem como vistoria técnica dos principais equipamentos e alimentadores do *campus* Calama.

2.1 Equipe de Gestão Energética IFRO Calama

Destaca-se nesta segunda etapa da pesquisa a necessidade que a organização tem de conhecer as características e aspectos gerais que envolvam seus processos que demandam consumo de eletricidade, bem como o histórico de ações voltadas ao consumo eficiente de energia que o Instituto já tenha implementado.

A primeira recomendação do Guia a ser seguido foi a escolha dos integrantes da equipe de gestão que irá realizar os estudos no *campus*. Para se iniciar o processo, primeiramente foi apresentado a proposta ao Diretor-Geral do *Campus* Porto Velho Calama, Leonardo Pereira Leocádio, que demonstrou total interesse e apoio à iniciativa da pesquisa.

Em um segundo momento foram feitas sondagens de servidores que teriam o perfil idealizado para participar da equipe de gestão. Esta fase foi relativamente demorada, esbarrando em diversas negativas sob alegações diversas para não participação. A maioria relatou indisponibilidade de tempo para se dedicar ao projeto em questão.

Após este período de sondagem e explanações sobre os objetivos da pesquisa, cinco servidores aceitaram o desafio e passaram a integrar a Equipe de Gestão Energética – Calama, sendo os integrantes pertencentes as seguintes formações acadêmicas:

- 02 professores com formação em Engenharia Elétrica;
- 01 professor com formação em Engenharia de Controle e Automação;
- 01 Técnico Administrativo com formação em Engenharia Civil;
- 01 Técnico Administrativo com formação em Administração.

Além disso, este pesquisador possui formação em Engenharia Elétrica e fez parte como o sexto integrante do grupo, além de ser escolhido pelos demais como líder da equipe de gestão.

2.2 Plano de atividades elaborado pela Equipe de Gestão

No escopo do processo de implantação do SGE, estabeleceu-se como principais objetivos da Equipe De Gestão Energética do IFRO:

- Avaliar os impactos que o Projeto de Eficiência Energética, realizado pela Energisa Soluções, teve no consumo elétrico do IFRO após sua implementação;
- Avaliar os impactos que o Projeto Usina Solar teve no IFRO no ano de 2023;
- Realizar análise de Demanda elétrica contratada pelo instituto após a implementação dos projetos em questão;
- Realizar inspeção elétrica predial no *Campus* Porto velho Calama;
- Identificar oportunidades de melhoria contínua no uso e consumo elétrico do *campus*.

2.3 Avaliação Projeto Eficiência Energética – IFRO Calama

O IFRO *Campus* Porto Velho Calama vêm participando das chamadas públicas realizadas pela empresa Energisa com projetos apresentados desde 2020, ano de criação do programa de eficiência energética. Em 2021 o IFRO *Campus* Calama teve sua proposta de projeto aprovada pela Energisa e completamente implementado ao longo do ano de 2022.

O PEE-IFRO contemplou a substituição de 3.011 lâmpadas para tecnologia LED e 48 equipamentos de ar-condicionado, sendo todas atividades previstas concluídas no dia 28 de dezembro de 2023. As ações do projeto não fizeram quaisquer alterações nas instalações elétricas do IFRO. O projeto substituiu somente os equipamentos previstos em contrato e, diante dessa afirmação, a Energisa não se compromete pelo estado e/ou conservação dos circuitos elétricos e demais ativos pertencentes às instalações do Instituto, cabendo a este a responsabilidade de manutenção, quando necessário for.

Para avaliação dos efeitos que os projetos de Eficiência Energética – PEE-IFRO e também da Usina Solar no IFRO *Campus* Calama, que será discutido mais adiante, foi necessário que a equipe de gestão levantasse todas as contas de energia do Instituto para, em seguida, com o uso do Excel, planilhar os valores de consumo e demandas relevantes para análise mais detalhadas dos dados desejados.

Como nos mostra o estudo de Alberto e Sorgato (2019), a instalação de usina fotovoltaica pode influenciar no consumo de energia e demanda no horário fora de ponta, sendo assim, uma análise de valores de consumo médio anuais poderá não representar efeitos reais que cada projeto causou no *campus* após sua implantação. Então, inicialmente, cada projeto foi analisado individualmente, separados em meses antes e depois da instalação da Usina Solar, e por fim, comparados com as metas estabelecidas por cada um deles.

Como informado anteriormente, a entrega do PEE finalizado ocorreu no dia 28 de dezembro de 2022, já a entrega da usina fotovoltaica ocorreu no início do mês de junho de 2023.

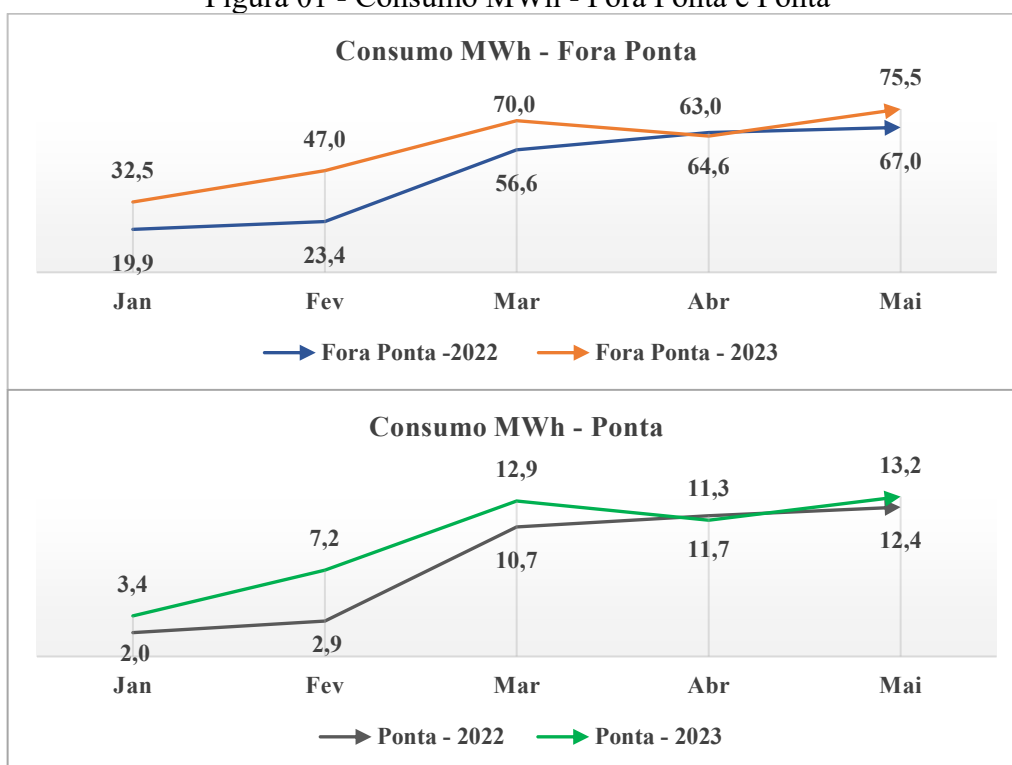
Nesse sentido, para que o funcionamento da Usina Solar não interfira nos valores médios de consumo analisados após a implementação do PEE, optou-se por estudar os efeitos deste projeto apenas entre os meses de janeiro a maio de 2023.

Para esta análise, a equipe de gestão também optou por direcionar o estudo apenas nos itens relacionados a Energia Consumida e Demanda Média, na ponta e fora ponta, uma vez que as projeções de economia em valores de moeda corrente podem ter sofrido distorções não previstas em projeto diante dos reajustes de tarifas no fim de 2021 e em 2022.

Em seguida, após planilhamento dos principais valores informados nas contas de energia do *campus* nos anos de 2022 e 2023, a equipe se reuniu para análise preliminar destes dados.

O primeiro fato que chamou a atenção foi que, apesar das ações do PEE terminadas em dezembro de 2022, ao ser comparado o consumo elétrico do Instituto em 2023 com o ano anterior, 2022, este consumo aumentou de forma expressiva em quase todos os meses analisados. Na Figura 01 pode-se observar esta situação, ressaltando que, tanto o consumo ponta quanto o fora ponta em 2023 se mantiveram maiores.

Figura 01 - Consumo MWh - Fora Ponta e Ponta

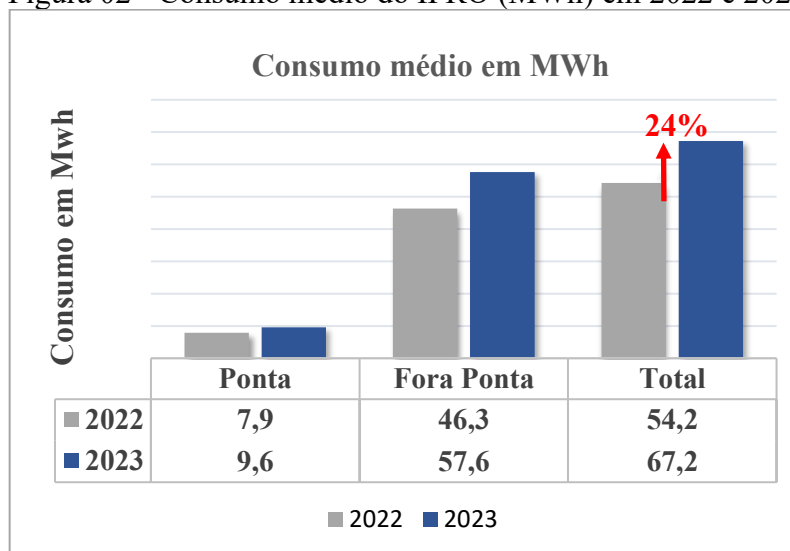


Fonte: Autoria própria

De acordo com as informações de metas e projeções de economia contidas no Projeto de Eficiência Energéticas do *Campus Calama*, a previsão de redução de consumo médio anual total seria em torno de 44%. Para compararmos o consumo atual com o esperado, adotou-se as informações médias de consumo do ano de 2022, para os meses de janeiro a maio, assim como para estes meses em 2023.

Como pode ser visto na Figura 02 a seguir, a média de consumo total, em MWh, do *campus* para o ano 2023, na realidade, teve um aumento de aproximadamente 24% em relação ao ano de 2022.

Figura 02 - Consumo médio do IFRO (MWh) em 2022 e 2023



Fonte: Autoria própria

Este fato levantou diversos questionamentos sobre possíveis causas dessa situação, diante da esperada redução de consumo do *campus* e serão discutidas posteriormente.

Outro item relevante discutido pela equipe de gestão foi o registro de demanda ponta e fora ponta em 2023, nos meses considerados para análise. O IFRO é um consumidor do Grupo A e, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), estão nesse grupo as unidades consumidoras com fornecimento igual ou maior que 2,3 kV, ou atendidas por um sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária (tensões inferiores à 2,3 kV).

É característica desse grupo a tarifa binômia, ou seja, os contratantes precisam determinar qual será a potência de sua unidade consumidora e contratar o valor de demanda referente. Assim, isso ajuda a distribuidora a garantir o preparo do sistema e atender a todos os consumidores.

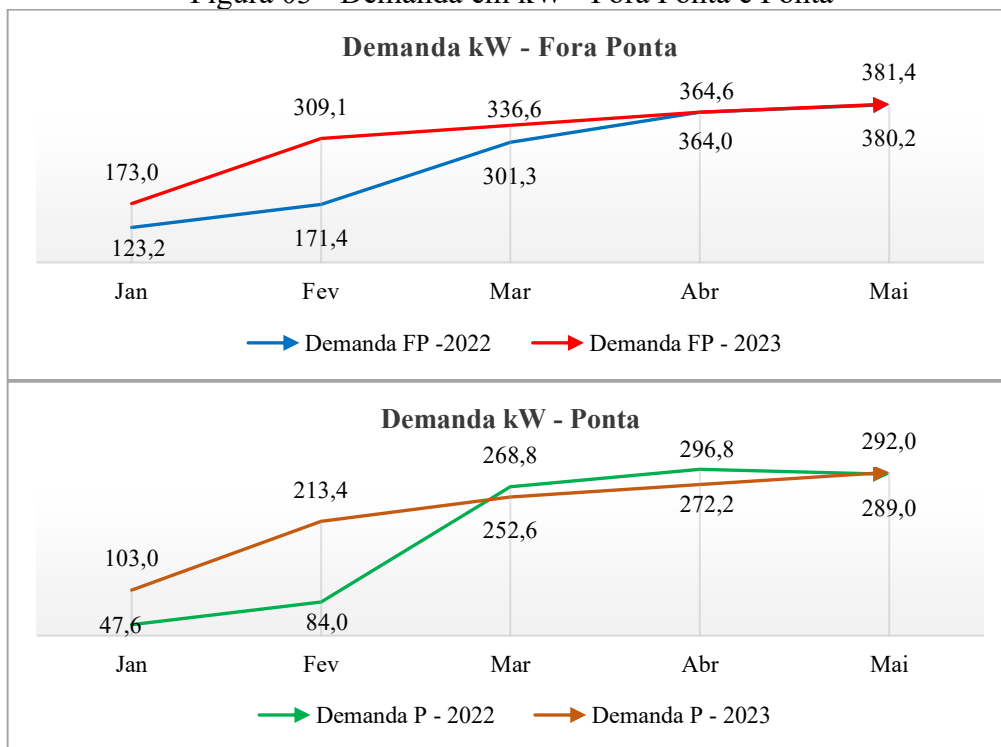
Para aqueles enquadrados no grupo A, existem diferentes tipos de modalidades tarifárias:

- **Verde:** modalidade caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia, e uma única tarifa de demanda de potência. Geralmente, enquadram-se nessa modalidade indústrias e estabelecimentos comerciais de médio ou grande;
- **Azul:** na modalidade Azul, são aplicadas tarifas diferenciadas de consumo e de demanda de acordo com o horário de utilização da energia no dia.

A saber, o IFRO Calama faz parte do Grupo A de média tensão, subgrupo A4, na modalidade Poder Público e Tarifa Horo Sazonal Verde. Neste grupo o consumidor deve contratar um valor de Demanda, que é a capacidade máxima exigida do sistema elétrico em um determinado momento, ou seja, a soma de toda energia utilizada em um intervalo de tempo de 15 minutos, em quilowatts (kW).

O *campus* contrata um valor de Demanda de 380kW no horário fora ponta e, caso esse valor seja ultrapassado acima de 5%, há o pagamento de multa sobre o excedente.

Figura 03 - Demanda em kW - Fora Ponta e Ponta

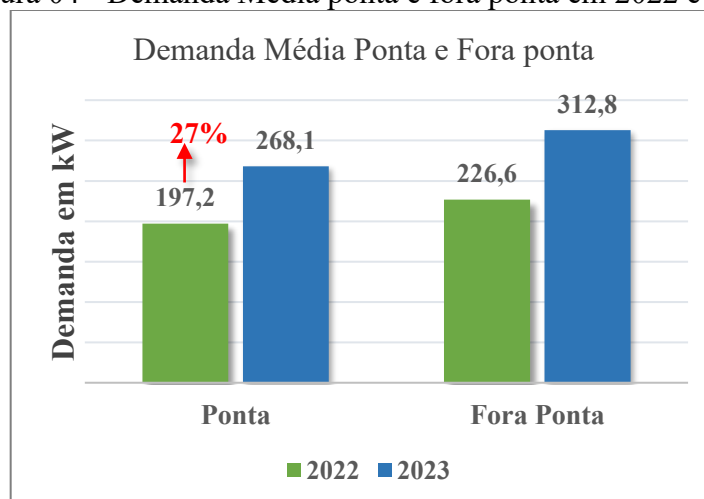


Fonte: Autoria própria

Como pode ser observado na Figura 03, a demanda fora ponta, em 2023, se manteve maior em comparação com o mesmo período no ano de 2022. No entanto, neste período os valores de demanda não excederam o valor demanda contratada em nenhum destes anos.

Quanto a isso, historicamente, o *campus* não tem registros de ultrapassagem de demanda fora ponta nestes meses analisados. Janeiro e fevereiro correspondem a períodos de férias escolares e início de atividades docentes, possuindo baixo consumo energético. Além disso, os meses de janeiro a junho em Porto Velho possuem médias de temperaturas menores que o restante do ano e isso pode acarretar uma menor utilização dos condicionadores de ar do *campus*.

Figura 04 - Demanda Média ponta e fora ponta em 2022 e 2023



Fonte: Autoria própria

Quando comparado os valores de demanda ponta atuais com a meta estimada pelo PEE, Figura 04, pode-se observar uma discrepância entre esses valores. A meta do projeto seria uma redução dessa demanda em, aproximadamente, 46% de redução, mas quando comparado os valores de 2022 com 2023 no mesmo período, também tivemos um aumento de consumo dessa demanda, em torno de 27%.

Esse aumento percentual de demanda ponta e fora ponta é equiparado ao aumento registrado no consumo médio total do *campus* de 24%, o que demonstra coerência nos valores considerados até então.

No entanto, os questionamentos sobre as possíveis causas desses aumentos se tornaram mais frequente, direcionando os estudos da Equipe de Gestão Energética a outras linhas de análise que possam justificar esses valores, sendo estas discutidas posteriormente.

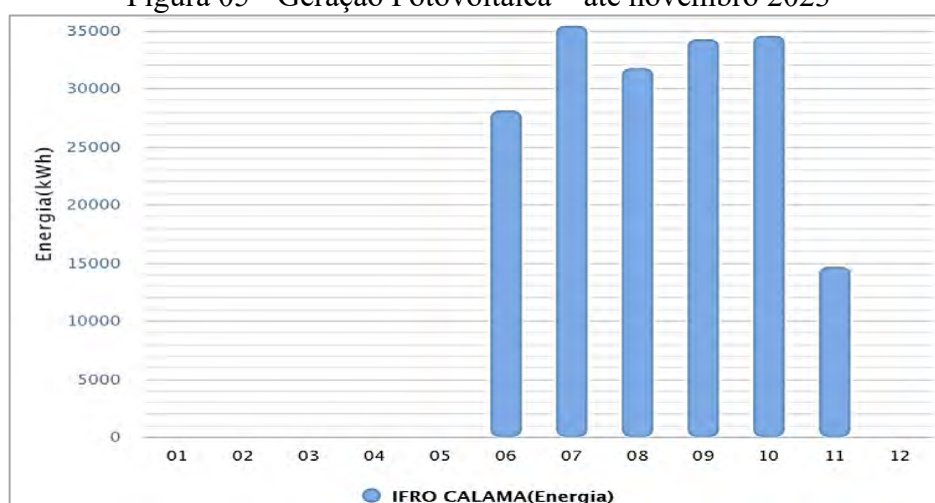
2.4 Avaliação Projeto Usina Solar – IFRO Calama

As obras de instalação da Usina Solar foram realizadas através de contrato firmado com a empresa ENBRASSOL Comercio de Materiais Elétricos e Energia Solar, tendo seu início no dia 03 de abril e entrega da obra finalizada no dia 20 de maio de 2023.

Para avaliar as informações atuais de geração do *campus*, foi acessado o site “<https://server.growatt.com/index>”, da empresa *Growatt*, vinculada a conta do IFRO para o sistema de monitoramento de geração da Usina Solar. Pelo site é possível consultar todo o histórico de geração do dia, mês ou ano que se deseja obter tais informações.

A seguir, na Figura 05, é apresentado o gráfico de geração anual para o ano de 2023. É o registro de geração ocorre apenas a partir do mês de junho, uma vez que o projeto foi finalizado no final do mês de maio.

Figura 05 - Geração Fotovoltaica – até novembro 2023



Fonte: Shinephone – Planta IFRO Calama

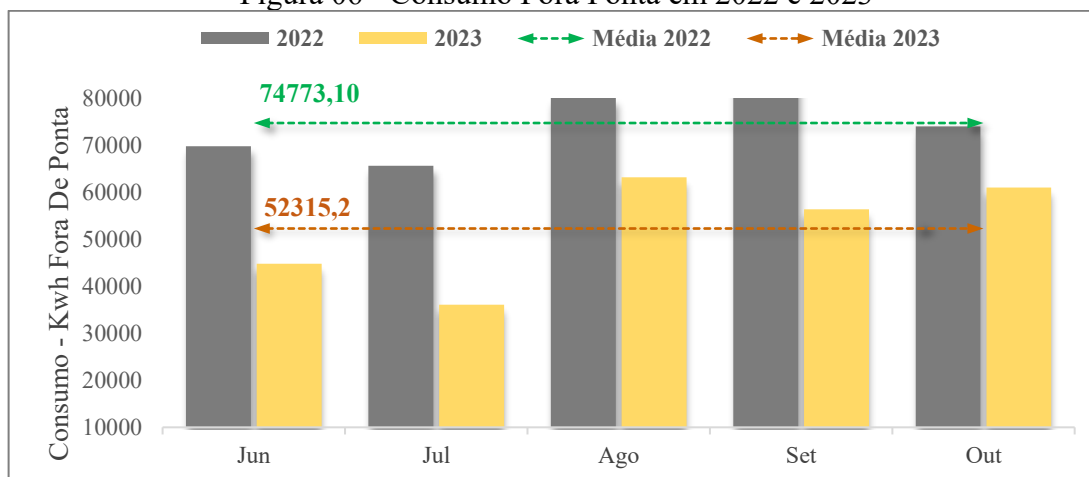
A média de geração entre junho e outubro de 2023, meses completos ocorrendo geração, está em torno de 32.870,96 kWh. Quando comparado com a capacidade de geração da Usina Solar, em condições ideais de 35.000 kWh, podemos considerar que a Usina Solar está atendendo a expectativa que foi prevista em projeto.

Como os valores de consumo fora ponta são os mais impactados pelo funcionamento da Usina Solar, a seguir, foram registrados os valores deste consumo para os meses em que houveram geração, vide Figura 06, e ao compararmos aos valores de 2022 e 2023, observa-se que o consumo fora ponta caiu significativamente.

Também podemos verificar que, em valores médio, o consumo do *campus* em 2023 teve uma redução de aproximadamente de 30,6% em relação ao ano 2022 no mesmo período. No entanto, pela capacidade instalada prevista em projeto, em condições ideais, o sistema fotovoltaico deveria abater aproximadamente 55% do kWh/mês (fora ponta) do Instituto e este fato não está ocorrendo.

Esta situação também corrobora com os questionamentos levantados pela equipe de gestão sobre as possíveis causas do aumento do consumo da IFRO Calama neste ano e serão discutidos a seguir.

Figura 06 - Consumo Fora Ponta em 2022 e 2023



Fonte: Autoria Própria

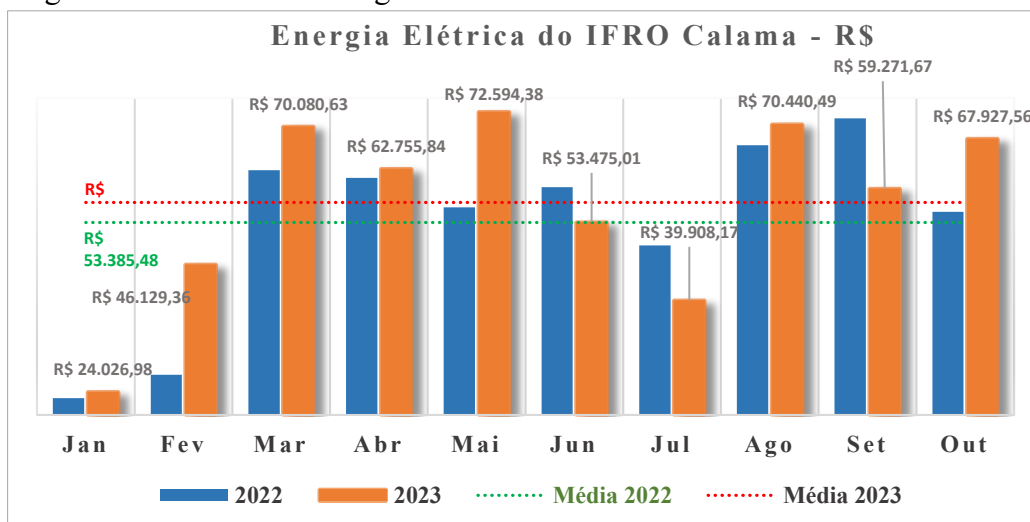
2.5 Custos com Energia Elétrica do IFRO *Campus* em 2023

Como previsto, após a análise preliminar dos projetos anteriormente citados, os custos com eletricidade no *campus* aumentaram significativamente em 2023 e, quando comparado com o ano de 2022, o custo foi maior em quase todos os meses analisados, exceto nos meses julho e setembro.

Quando comparados o consumo total ponta e fora ponta em 2022 e o custo médio pago pelo *campus* neste ano, e projetarmos estes custos para 2023 comparando com aumento do consumo total em 2023, a previsão do valor médio anual a ser pago pelo IFRO ficaria em torno de R\$66,18 mil reais. No entanto, o custo médio nesse período ficou aproximadamente R\$56,86 mil reais, equivalente a uma redução de 14% deste custo.

Pode-se dizer que a Usina Solar do *campus* reduziu significativamente os custos de consumo no horário fora ponta a partir do mês de junho, baixando a média anual de consumo para os valores descritos anteriormente. A seguir, na Figura 7, pode se verificar os valores de custeio com eletricidade do *campus* em 2022 e 2023 de forma mais detalhada.

Figura 07 - Custo com Energia Elétrica no IFRO Calama nos anos 2022 e 2023



Fonte: Autoria Própria

Outro fato relevante que chamou a atenção da equipe ao analisar as contas de energia foi o aumento do consumo do IFRO, especificamente, no horário ponta. Este horário de pico de energia, também conhecido como horário de ponta, é o período do dia em que há maior uso de energia elétrica ao mesmo tempo em uma determinada região e conseqüentemente com tarifas maiores cobradas pelas concessionárias de energia.

A resolução 11 Normativa da ANEEL nº 414/2010 define horários distintos para aplicação de tarifas de forma diferenciada (posto tarifário), comumente chamados de horário de ponta e horário fora ponta. O posto tarifário ponta é o período composto por 3 (três) horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora, com exceção feita aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi e feriados. O horário de ponta para a área de concessão da Energisa RO compreende o período entre as 18 horas e 00 minutos e as 21 horas e 00 minutos.

O *Campus* Calama faz parte do Grupo A de média tensão, na modalidade Poder Público e Tarifa Horó Sazonal Verde. Esta modalidade possui tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia, e uma única tarifa de demanda de

potência. Geralmente, enquadram-se nessa modalidade indústrias e estabelecimentos comerciais de médio ou grande porte. Este grupo consumidor deve contratar um valor de Demanda mensal e o *campus* realiza a contratação de 380kW no horário fora ponta.

Figura 08 - Tarifas cobradas pela Energisa RO em outubro de 2023

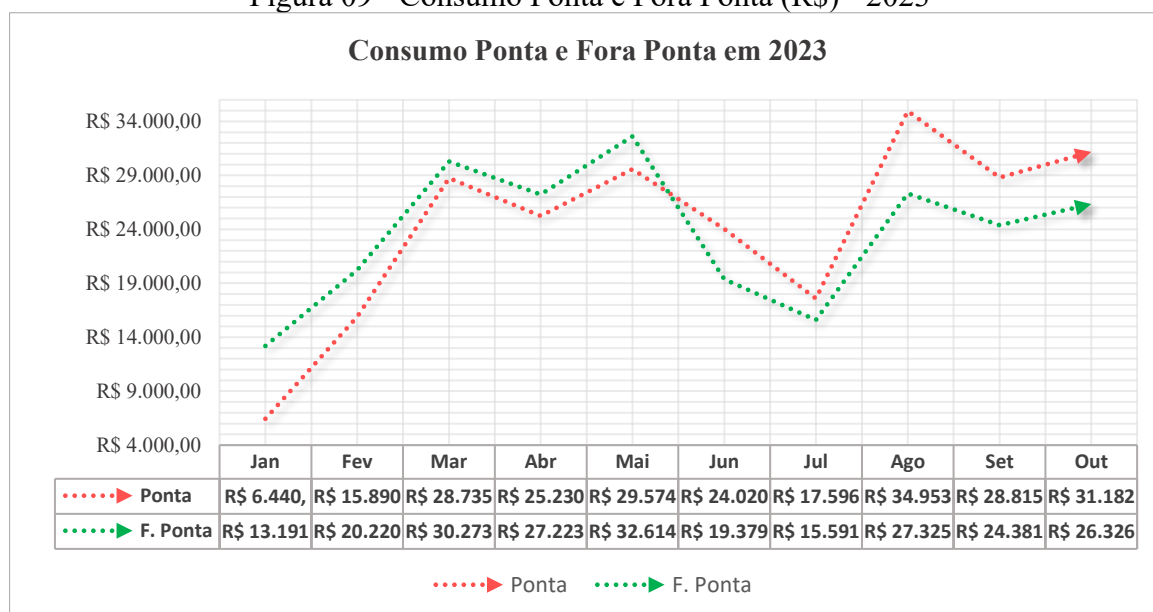
MODALIDADE TARIFÁRIA HORÁRIA VERDE							
SUBGRUPO	CLASSES	TUSD + TE		ULTRAPASSAGEM		CONSUMO (R\$/KWH)	
		DEMANDA (R\$/KW)					
		PONTA	FORA PONTA	PONTA	F. PONTA	PONTA	FORA PONTA
A4 (13,8 KV)	RURAL	-	19,24	-	39,28	1,69593	0,32816
	RURAL IRRIGAÇÃO	-	19,24	-	39,28	1,69593	0,06697
	SERVIÇO PÚBLICO	-	19,05	-	39,28	1,67863	0,32481

Fonte: Adaptado, Energisa RO, 2023

É característico desta modalidade o valor de tarifa no horário ponta ser bem maior que o cobrado fora ponta, como pode ser visto na Figura 08, justamente para compensar o valor de demanda contratada. Como é possível observar, o valor cobrado pelo consumo, em kWh, no horário de ponta é cinco vezes maior que o cobrado no fora ponta. Isso se torna preocupante, uma vez que o IFRO Calama também possui atividades durante os horários ponta e o controle de desperdício nestes horários é relevante para este estudo.

Seguindo a análise, quando comparado os valores pagos nestes dois horários, ponta e fora ponta, podemos observar dois fatos relevantes ao estudo. Nos meses de janeiro a maio os valores fora ponta foram, apenas, ligeiramente maiores que os valores ponta, ou seja, mesmo o horário ponta contemplar apenas 3 horas por dia, os gastos do IFRO nestas horas estão bem mais altos que o esperado em unidades com modelo tarifário verde. Este grupo é recomendado para organizações que consigam remanejar ou não consumir normalmente energia em horário ponta, arcando apenas com os custos no horário fora ponta, que são menores devido a contratação de demanda.

Figura 09 - Consumo Ponta e Fora Ponta (R\$) - 2023



Fonte: Autoria Própria

Já a partir do mês de junho a situação se inverte consideravelmente, tornando o consumo no horário ponta mais oneroso ao *campus*. Isso coincide exatamente com o início do funcionamento da Usina Solar. Pelo fato de o sistema fotovoltaico compensar instantaneamente parte do consumo no horário fora ponta, o consumo ponta se tornou maior que o fora ponta, como pode ser visto na Figura 09.

Após a análise destes custos e considerando os questionamentos surgidos ao longo deste período, ficou claro para a Equipe que o consumo no horário ponta se tornou o maior problema do *campus*, quando referido ao consumo de eletricidade.

Além de analisar as hipóteses que explicariam o porquê de o consumo total do *campus* ter aumentou no ano de 2023, foi decidido pelo grupo a realização de uma investigação sobre possíveis formas de redução do consumo no horário ponta, focados principalmente nos hábitos de utilização dos alunos e servidores do instituto.

2.6 Possíveis causas do aumento do consumo elétrico do IFRO Calama em 2023

Para discutir sobre alterações relevantes que possam estar impactando no consumo do Instituto, foi dividido pela equipe três linhas de investigação a ser seguidas para levantamento de dados, referentes a:

1. Mudanças da rotina escolar do *campus* de forma institucionalizada;
2. Comportamental – Desperdício de Energia no *campus*

2.6.1 Mudanças da rotina escolar do Campus de forma institucionalizada

O primeiro fato relevante a ser considerado é que, em 2023, os cursos integrados ao ensino médio do IFRO *Campus* Porto Velho Calama passaram a ser em tempo integral. Nesta modalidade o(a) estudante frequenta aulas em dois períodos, totalizando cerca de oito horas de aulas diariamente, ou na maior parte da semana.

Esta mudança visa atender à meta do Plano Nacional de Educação de que, até 2026, 50% das escolas de Ensino Médio da rede pública sejam em tempo integral, e que 25% dos alunos estejam matriculados nessa modalidade.

O Instituto oferece à comunidade quatro cursos técnicos integrados ao Ensino Médio: Técnico em Química, Técnico em Eletrotécnica, Técnico em Edificações e Técnico em Informática. Os PPC's (Projeto Pedagógico de Curso) destes cursos foram reformulados ao longo do ano de 2022 e tiveram suas primeiras turmas no modelo integral no ano de 2023.

No modelo antigo cada curso contava com duas turmas, matutino e vespertino, onde cada turma possuía um dia de semana de contraturno, ou seja, o matutino realizava as aulas regulares no período da manhã e apenas um dia da semana tinha aulas no período da tarde. Já o vespertino apresentava o fluxo inverso do matutino.

No modelo atual cada curso também possui duas turmas, A e B, passando a ter quatro dias em período integral e um dia em meio período. Além disso, ao longo do ano, alguns desses dias em meio período são preenchidos com atividades conhecidas como práticas integradoras, com o objetivo de socializar os trabalhos desenvolvidos pelos estudantes dos cursos técnicos do Ensino Médio.

Outro fato relevante que foi considerado foi o início das aulas do novo curso Superior - Engenharia Química do IFRO. Este curso foi aprovado pela Resolução Nº 37/REIT - CONSUP/IFRO, DE 14 de dezembro de 2022, em modalidade presencial e período integral, tendo suas aulas nos períodos vespertino e noturno.

E por fim, outra questão considerada para análise foi o uso das dependências do *campus* para realização de eventos diversos pela comunidade em geral. O ano de 2023 teve um aumento

expressivo de solicitações para uso dos auditórios e laboratórios, para eventos da Polícia Federal, Polícia Rodoviária Federal, Guarda Municipal, Detran, etc., além de parcerias com a Universidade Federal de Rondônia para uso dos laboratórios de Automação e Controle e Máquinas Elétricas. Sem contar os eventos científicos do próprio Instituto sediados no *campus*.

De acordo com o relatório anual de eventos emitido pela Coordenação de Comunicação e Eventos (CCOM) o *campus* teve um aumento médio de reserva de salas de 26%, em relação ao ano de 2022. Estas informações mais relevantes podem ser verificadas, de forma resumida, no Quadro 01 a seguir.

Quadro 01- Reserva de salas IFRO *Campus* Calama

Sala	Capacidade (pessoas)	Horas - 2022	Horas - 2023
Auditório PVCAL Bloco A	300	41h	76h
Miniauditório PVCAL Bloco A	50	206h	263h
Lab. Autom. e Controle - 66 Bloco C	45	32h	47h
Lab. Máquinas Elétricas - 150 Bloco C	45	24h	23h

Fonte: Adaptado Relatório parcial de Gestão CCOM, 2023

Estas três mudanças na rotina do funcionamento do *campus* foram situações novas, e não poderiam ser previstas nos estudos do Projeto de Eficiência Energética e Usina Solar, pois os dados que embasaram os projetos foram colhidos anteriormente aos anos 2020 e 2021, respectivamente, e podem estar causando um aumento expressivo do consumo elétrico do *campus* no horário ponta e também no fora ponta.

2.6.2 *Vistoria Comportamental – Desperdício de Energia no Campus no horário ponta*

Ao longo deste estudo, ficou nítido para a equipe de gestão que o IFRO está com um problema em seu consumo de eletricidade no período considerado hora ponta. Nesse período, de apenas 3 horas no dia, os valores despendidos pelo *campus* estão sendo equivalentes aos fora ponta. Além disso, desde o mês de junho de 2023, após o início da geração fotovoltaica, esses valores em horário ponta foram, em todos os meses, significativamente maiores que os fora ponta.

Sabendo disso, a equipe decidiu elaborar um plano de vistoria de utilização de energia do *campus* nos horários ponta, compreendido entre 18h às 21h aos consumidores de Porto Velho. O intuito é tentar identificar possíveis desperdícios de energia causados por má utilização deste recurso no *campus*.

Para esta vistoria, foi consenso entre o grupo, a escolha de apenas um dos três prédios do *campus* para análise. Optou-se pelo Bloco B por se tratar de um prédio majoritariamente utilizado para ministrar aulas, sua distribuição de cargas instaladas não possui variações relevantes e, além disso, há uma percepção dos professores integrantes do grupo que a utilização destas salas em horário ponta não está sendo correta, principalmente no período de 18h às 19h, havendo relatos da permanência de alunos em sala após as aulas do período da tarde.

Neste intervalo o IFRO não possui aulas regulares, exceto em dias circunstanciais ao longo do ano onde estas salas poderão ser utilizadas por algum curso de graduação para fechamento de carga horária.

No Quadro 02 a seguir foi listado o tipo e quantidade de ambientes que o Bloco B possui e que fará parte do planejamento para vistoria. Ressalta-se que os corredores, tanto do térreo quanto do 1º piso, foram desconsiderados para análise, uma vez que, visando a segurança do

campus no horário noturno, julgou-se necessário que as luzes permaneçam acesas até o término das aulas deste período

Quadro 02 - Composição de ambientes a serem vistoriados do Bloco B

Ambiente	Térreo	1º Piso	Total
Sala de aula	13	9	22
Lab. de Informática	0	5	5
Coord. CGTI	1	0	1
Banheiro Masculino	2	2	4
Banheiro Feminino	2	2	4

Fonte: Autoria própria

Foi elaborado também o planejamento dos dias e itens a serem observados durante a vistoria, em seguida, foi criado um roteiro de vistoria para ser usada por cada integrante do grupo no direcionamento das informações a serem coletadas ao longo da vistoria. Este modelo pode ser conferido no Apêndice B e contém informações que respeitaram as seguintes definições do grupo:

1. Foi definido a semana de 23 a 27 de outubro de 2023 para a realização da vistoria. Esta semana foi escolhida por se tratar de uma semana padrão de aulas no IFRO, sem feriados ou eventos que possam impactar na pesquisa;
2. Foi estipulado os horários de vistoria, separados em intervalos de 30 min dentro do intervalo de horário ponta: 18:15h, 18:45h, 19:15h, 19:45h, 20:15h, 20:45h e 21:00h;
3. As vistorias foram sempre realizadas em duplas, respeitando a disponibilidade de horários de cada integrante da equipe;
4. Sob nenhuma hipótese foi relatado aos usuários dos ambientes vistoriados, qualquer informação sobre a pesquisa em andamento, a fim de preservar o cotidiano normal de utilização de cada ambiente especificado.

Quanto as situações e itens a serem observados durante a vistoria, estes foram separados em 3 tópicos principais:

- a) **Aparelhos de ar-condicionado:** Para estes equipamentos foi definido as seguintes informações relevantes sobre sua utilização nos ambientes em questão a serem observados pela equipe.
 - ✓ Ar condicionado ligado em salas vazias ou com um número de usuário abaixo de 4 pessoas (considerado grupos de estudo pela equipe pedagógica);
 - ✓ Temperatura de *setpoint* abaixo da temperatura de conforto térmico estipulada pelo PEE do *campus*, 23°C;
- b) **Iluminação:** Para o sistema de iluminação verificou-se a quantidade de ambientes vazios com luzes acesas;
- c) **Aparelhos Eletrônicos:** Verificou-se aparelhos de multimídia e computadores ligados sem estar ocorrendo aulas;

Na Tabela 01 podemos verificar o número de ocorrências tiveram ao ser analisadas as condições estabelecidas pela equipe referentes ao uso do ar condicionado.

Tabela 01 - Resultados do Plano de Vistoria - Ar-Condicionados Bloco B

AR Ligado - Sala vazia												
Horário	Nº de ocorrências -(20 salas)					Nº de ocorrências -(5 Lab)					Total de ocorrências	
Dias	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	5º		
18:15	12	9	15	9	10	2	1	2	1	0	61	
18:45	11	9	12	6	7	1	1	2	1	0	50	
19:15	9	7	6	6	3	0	1	0	0	0	31	
19:45	5	4	2	3	4	0	1	0	0	0	18	
20:15	5	4	2	3	3	0	1	0	0	0	18	
20:45	3	2	0	1	0	0	1	0	0	0	7	
21:00	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	5	
Total de uso considerando cada evento como 30min de aparelho ligado (em HORAS)											HORAS	
											95h	
Setpoint abaixo de 23°C												
Horário	Nº de ocorrências -(20 salas)					Nº de ocorrências -(5 Lab)					Total de ocorrência	
Dias	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	5º		
18:15	18	11	13	17	18	2	1	2	1	0	83	
18:45	18	11	8	17	18	1	1	2	1	0	77	
19:15	13	10	11	11	10	3	1	0	1	0	60	
19:45	20	19	18	16	15	5	3	2	3	2	103	
20:15	19	19	18	16	15	5	3	2	3	2	102	
20:45	19	12	13	16	13	5	3	1	3	2	87	
21:00	16	12	13	16	13	5	3	1	3	1	83	

Fonte: Autoria própria

Segundo a NR17, do Ministério do Trabalho e Emprego, a temperatura do ambiente de trabalho onde são executadas atividades intelectuais como nos laboratórios, escritórios, sala de desenvolvimento e projetos deve ficar entre 20 e 23°C.

Corroborando com esta informação, para o engenheiro mecânico Arnaldo Lopes Parra, especializado em climatização e vice-presidente de marketing da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado e Ventilação (Abrava), a cada grau reduzido no controle remoto do equipamento, ocorre um aumento de aproximadamente 3,5% no consumo de energia. Estudos realizados pela Abrava indicam que, por exemplo, ao aumentar a temperatura de 23°C para 25°C, é possível observar uma redução de 7% no consumo de energia (BELIN, 2019).

Além disso, para o Projeto de Eficiência Energética do IFRO, a temperatura de conforto térmico recomendada ao uso também foi de 23°C, por este motivo a equipe decidiu registrar as ocorrências de utilização dos ares condicionados com *setpoint* menor.

Ainda demonstrado na Tabela 9, chama a atenção o fato de que, quase todos os ares- condicionados encontrados em funcionamento, no período de vistoria, estavam com o *setpoint* regulado para uma temperatura menor que 23°C. Além disso, entre essas ocorrências, a maioria estava entre 17 ou 19°C, temperatura bem abaixo da recomendada em projeto.

Ao contrário do que muita gente ainda pensa, ligar o ar-condicionado e já colocar na temperatura mínima de 17 ou 18 °C, por exemplo, não é indicado e não vai gelar o ambiente mais rápido. Aliás, independente da temperatura que for ajustada, a capacidade e velocidade para resfriar o local será a mesma. Como a cidade de Porto Velho mantém temperaturas elevadas ao longo de praticamente todo o ano, este fato pode influenciar na atitude errônea dos usuários, que em sua maioria são os alunos do *campus*, podendo ocorrer também nos outros horários de funcionamento do *campus* fora do especificado para vistoria do grupo, agravando ainda mais este fato.

Também pode ser observado na Tabela 01 a quantidade de ocorrências de ares- condicionados encontrados ligados em ambientes considerados vazios, menos de 3 pessoas no

interior. Para uma hipótese de consumo e desperdício, estabeleceu-se que, para cada evento fosse considerado o uso de 30 min do ar condicionado neste ambiente, totalizando em horas, 95 horas de utilização inadequada somente nos cinco dias de vistoria.

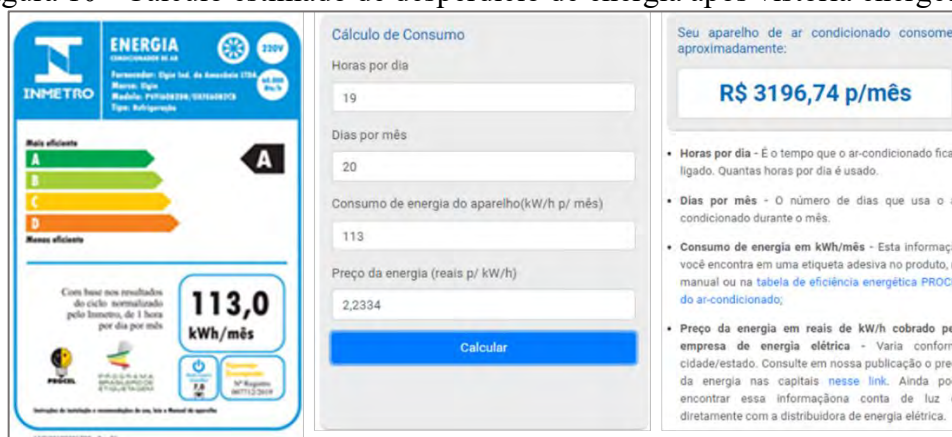
Entretanto, para se estimar um valor de consumo aproximado, adotou-se como padrão a potência do Ar-condicionado Piso Teto Elgin Inverter 60.000 BTU/h só Frio 220V, modelo PVFI60B2DB. Essa escolha se deve ao fato de que, dos 28 ambientes que usam central de ar no Bloco B, 24 são deste modelo referenciado, sendo possível torna-lo referência para os cálculos estimados a seguir.

Para tal, também se usou as informações de consumo contidas no selo INMETRO deste produto, visto a seguir na Figura 10. Como os valores tarifados são em relação ao consumo em kWh/mês, adotou-se também, para fins estimados, que essas horas de uso inadequado de todas as centrais de ar vistoriadas se estenderiam para 4 semanas de aulas em torno de 20 dias, equivalendo, em média, 19 horas totais de uso por dia. Lembrando novamente que está sendo considerado o uso do 28 ares-condicionados vistoriados. Além disso, a tarifa considerada no cálculo em questão foi a cobrada no mês de outubro de 2023, no período hora ponta, no valor de R\$ 2,2334 por cada kWh de uso.

Com o auxílio do site WebArCondicionado, no item calculadora de consumo, pôde-se chegar a uma hipótese de desperdício de aproximadamente R\$ 3.196,74 para o mês de outubro. Neste mês o valor cobrado pela energia no *campus*, somente no horário ponta, foi de R\$ 31.182,95, onde se conclui que 10,25% desse valor pode ser considerado como desperdício de energia elétrica. Os resultados do cálculo estimado de desperdício de energia podem ser observados na Figura 10 a seguir.

Obviamente, a equipe tem ciência que o ar-condicionado não é uma carga com consumo linear de energia e depende de outros fatores para manter sua eficiência como, número de pessoas no ambiente, temperatura externa, fugas de calor, umidade relativa do ar, etc. No entanto, para fins estimados de consumo, esses resultados tornaram-se hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores de desperdício de energia no *campus* do IFRO Calama.

Figura 10 - Cálculo estimado de desperdício de energia após vistoria energética.



Fonte: Adaptado, Calculadora de consumo- Site WebArCondicionado, 2023

Dando continuidade à análise dos dados ocorridos ao longo da vistoria, pode-se perceber na Tabela 02 que o número de ocorrências para a situação de luz acesa com sala vazia não possui valores significativos diante da baixa potência instalada de iluminação das salas, no entanto não deixa de ser um fator de desperdício de energia a ser trabalhado nas ações de melhorias que serão propostas pela equipe de gestão energética.

Nos laboratórios as ocorrências foram menores ainda em termos proporcionais. Já para as ocorrências em banheiros, é possível perceber que, em quase sua totalidade, os banheiros

permanecem com as luzes acesas ao longo do período. Uma vez que os banheiros não possuem boa iluminação natural, essa situação pode estar sendo recorrente também ao longo de todo dia, possivelmente até em fins de semana.

Esta situação se resolveria de forma rápida e eficiente utilizando-se sensores de presença nos banheiros do bloco, inclusive, deve-se planejar para que essa ação seja feita em todos os banheiros do *campus*, pois nenhum possui sensores para controle de iluminação.

Tabela 02 - Eventos de desperdícios energético - Iluminação e equipamentos no Bloco B

Totalização de eventos ocorridos ao longo de 5 dias de vistoria					
Total de ambientes	22 Salas	5 Laborat.	8 Banheiros	5 Laborat. 160 computad.	28 ambientes
Horário	Salas vazias - luz acesa	Lab vazio - luz acesa	Banheiro vazio - luz acesa	Computador ligado sem uso	Datashow ligado sem uso
18:15	35	10	40	4	7
18:45	35	2	40	3	3
19:15	15	0	30	9	3
19:45	5	0	30	8	2
20:15	5	0	35	5	0
20:45	0	0	35	2	0
21:00	0	0	35	2	0

Fonte: Autoria própria

Quanto ao uso inadequado dos computadores dos laboratórios de informática, a quantidade de eventos ocorridos não foi significativa. Apesar da quantidade de computadores dos 5 laboratórios, poucos foram encontrados ligados e sem uso. Em sua maioria, estavam ligados em horário de aula e foram preparados pelos técnicos monitores de informática para o uso dos alunos, caso precisassem, ou no aguardo de alunos que ainda não haviam chegado para aula.

Os técnicos e monitores dos laboratórios de informática do instituto, além do auxílio aos alunos na realização das atividades, faz parte de suas atribuições o gerenciamento do uso e conservação dos equipamentos disponíveis em aula, sendo parte dessas ações o desligamento dos computadores ao final de todo o período de atividade escolar destes ambientes.

Com os dados encontrados ao longo dos dias de vistoria foi possível perceber oportunidades de melhorias no uso e consumo de energia elétrica somente do Bloco B. No entanto, as recomendações para ações de eficiência energética que será elaborada pela Equipe de Gestão Energética, poderá ser estendida para todo o *campus*, sendo embasada nas análises dos dados observados e, respeitando características específicas de determinados ambientes.

2.7 Inspeção elétrica predial no *Campus* Porto velho Calama

A vistoria elétrica predial é um serviço essencial para a identificação de possíveis problemas nas instalações a fim de realizar as devidas correções necessárias de forma a se evitar acidentes e problemas futuros com os equipamentos elétricos encontrados no IFRO.

Além disso, existem inúmeros riscos que as instalações elétricas podem oferecer em situações de má conservação, tais como fios soltos, conexões feitas inadequadamente ou expostos sem proteção adequada, podendo ocasionar choques elétricos, incêndios e até acidentes fatais

A inspeção predial como um todo pode prevenir sérios acidentes e grandes prejuízos. No entanto, foi definido pela equipe que seria relevante ao presente estudo apenas a inspeção das instalações elétrica do *campus* e funcionalidades dos sistemas elétrico e SPDA.

A vistoria realizada pelo grupo tomou como referência as informações encontradas no Laudo Técnico de Inspeção Predial – IFRO Calama, realizado pelo Engenheiro Civil Adolfo

Teixeira de Santana Junior, servidor Técnico Administrativo do *campus*. Além disso, o planejamento da equipe se deu após o recebimento dos documentos e projetos elétricos do *campus*, e forma direcionados às seguintes ações:

- 1 Inspeção documental;
- 2 Inspeção de campo;
- 3 Verificação visual e ensaio fotográfico nas dependências da edificação.

A vistoria foi realizada ao longo de duas semanas no mês de setembro de 2023, sempre acompanhada pelo engenheiro civil integrante da equipe e por um engenheiro eletricista, além de, ao menos, um dos dois técnicos em eletrotécnica terceirizados que são responsáveis pela manutenção elétrica do *campus*.

De forma ilustrativa, neste trabalho serão apresentados apenas algumas imagens dos registros fotográficos realizados ao longo da vistoria. Os arquivos completos serão entregues aos setores responsáveis do *campus*.

2.7.1 Subestação – IFRO Campus Calama

O prédio onde está localiza a subestação é alimentado pela rede primária da Concessionária Energisa, com entrada através da cabine primaria de medição e proteção. Possui o disjuntor de entrada tripolar a vácuo de 630A, e este, por sua vez, alimenta um transformador de 1000 kVA 13,8 kV / 380/220, visto na Figura 11. Em seguida é alimentado o QGBT que atende o prédio do *Campus Calama*.

Figura 11 - Cabine de medição e Proteção, e Trafo de 1000kVA



Fonte: Autoria própria

Não foram encontrados registros da última manutenção preventiva realizada na subestação desde o ano de 2018, sendo recomendado incluir no plano de manutenção preventiva da subestação a periodicidade bianual.

2.7.2 Grupo Gerador – IFRO Campus Calama

O prédio é atendido com sistema emergencial, um Grupo Gerador de 450 KVA, 380/220V que é acionado automaticamente na falta de energia comercial, atendendo as cargas emergenciais de iluminação e tomadas dos Blocos A, B, C e restaurante.

Na vistoria realizada, foi relatado pela empresa contratada de manutenção que o gerador está inoperante há dois anos. Através do laudo realizado pela empresa Noroeste Ltda foi constatada a contaminação severa do óleo diesel do gerador, ocasionando oxidação nos

componentes internos do conjunto da bomba e bicos injetores, vistos na Figura 12, havendo a necessidade urgente de manutenção por empresa especializada.

Ademais, com sistema emergencial de energia dos prédios inoperante, em caso de falta de energia comercial, as atividades realizadas no *Campus Calama* serão interrompidas.

Deve ser incluso no plano de manutenção preventiva do gerador a periodicidade bimestral, além de realização de testes semanais de 30 minutos de operação, conforme recomendação do fabricante.

Figura 12 - GMG 450kVA inoperante com a bomba injetora oxidada



Fonte: Autoria própria

2.7.3 Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

O Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica é do tipo Gaiola de Faraday, contendo três subsistemas de distribuição de carga nos prédios do *campus*: subsistema de captação, instalado nas coberturas dos blocos A, B, Ginásio e área de convivência; subsistema de descida e subsistema de aterramento interligado, conforme projeto executivo.

Quanto ao subsistema da caixa d'água, este é do tipo Franklin com duas descidas laterais interligados ao sistema SDPA da edificação.

Na inspeção visual o técnico terceirizado informou que houve furto dos cabos do subsistema de captação dos três blocos no período em que foi realizado manutenção das calhas e rufos, conforme apresentado na Figura 13. A Diretoria de Planejamento e Administração (DPLAD) do *campus* relatou ter registrado Boletim de Ocorrência e se encontra em tratativas legais com a empresa para devolução do cabeamento. Além disso, já há o planejamento de nova instalação do aterramento dos blocos afetados.

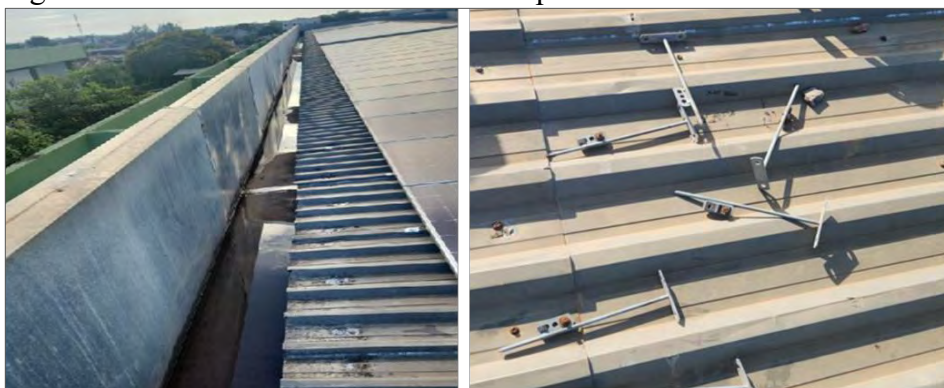
Haverá necessidade de fazer o projeto para levantamento técnico das ações necessárias à adequação do SPDA da edificação, conforme exigências da norma técnica.

Podem ser observados três tipos de inadequações que deverão fazer parte deste projeto:

- **1º Inadequação:** Aparente má execução do projeto executivo;
- **2º Inadequação:** Falta ou má execução da manutenção periódica;
- **3º Inadequação:** Verificar atualizações da norma técnica a fim de proporcionar mais segurança às instalações da Instituição

É preciso ser elaborado um plano de manutenção preventiva do sistema SPDA com periodicidade semestral, para inspeção visual e trienal para inspeção completa da instalação. Só assim poderá ser garantido que o sistema atuará corretamente na segurança dos equipamentos elétricos do *campus*.

Figura 13 - Bloco B sem o cabo terra e suportes soltos dos cabos roubados



Fonte: Autoria própria

2.7.4 Alimentadores Energia

A alimentação de energia se dá através de três QDG's (Quadros de Distribuição Geral) para atendimento dos blocos A, do bloco B e do bloco C. Parte da carga de iluminação e tomadas são alimentadas através QDGE (Quadros de Distribuição Geral de Energia) com energia essencial do grupo gerador do *campus*.

Foi verificado na inspeção visual que, principalmente os quadros de alimentação dos Blocos B e C e do Ginásio Poliesportivo, apresentam formação de condensação no interior dos painéis. Este fato acontece quando o ar úmido entra em contato com uma superfície fria, resultando na transição do estado líquido para sólido e, conseqüentemente, no indesejado acúmulo de água nos quadros elétricos, conforme apresentado nas Figuras 14, 15 e 16.

Este acúmulo de condensação no interior dos quadros elétricos aumenta a insegurança e mau funcionamento desses equipamentos, podendo acelerar o envelhecimento de sua estrutura, causar problemas de oxidação em conexões, curto-circuito e falhas nos dispositivos elétricos e eletrônicos dependentes destes painéis (NAKAMURA, 2019).

Figura 14 - Condensação QDE Bloco B



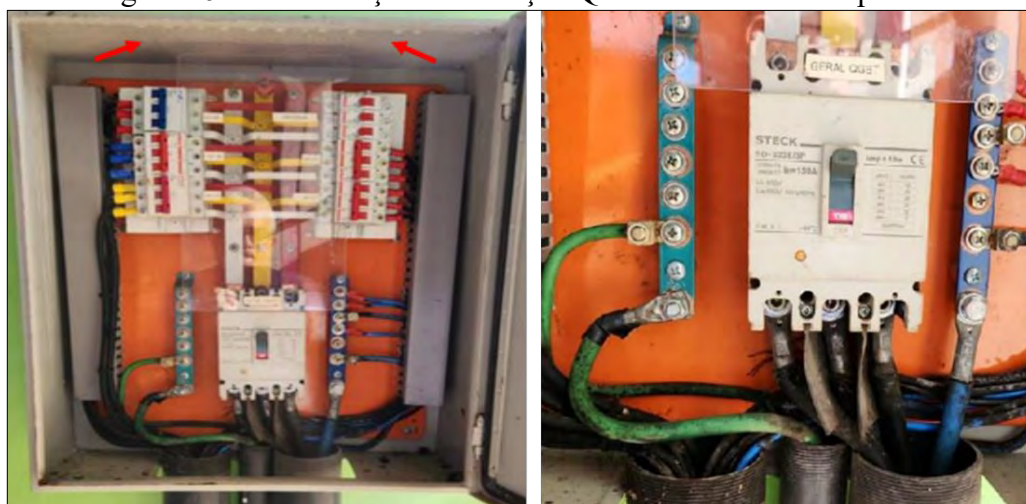
Fonte: Autoria própria

Figura 15 -Oxidação no QDF Bloco C



Fonte: Autoria própria

Figura 16 - Condensação e Oxidação QGBT Ginásio Poliesportivo



Fonte: Autoria própria

Existem diversas formas de manter a condensação sob controle em quadros elétricos, devendo ser estudado a viabilidade financeira a ser assumida pelo *campus*. No entanto, como sugestão, poderá ser utilizada aquecedores nos painéis elétricos para reduzir a umidade abaixo de 60%, no entanto, é recomendado contratação de mão de obra especializada para maiores sugestões de melhorias deste problema.

Em outra situação, alguns cabos estão localizados no fundo das caixas de passagem com até 160 mm de profundidade e localizadas no chão das áreas externas dos Blocos, como visto nas Figura 17 a seguir. Estes cabos, em períodos de chuvas fortes, podem ficar submersos no interior da caixa e sofrerem danos ao longo do tempo. É recomendado refazer a instalação utilizando eletroduto de PVC apropriado para área externa.

Figura 17 - Algumas das caixas de passagem para cabos elétricos – Bloco B e A



Fonte: Autoria própria

Deve-se incluir no plano de manutenção preventiva dos quadros de alimentação de energia a periodicidade anual para termografia e reaperto de conexões, aproveitando período de férias escolares. Já inspeções visuais podem ser mensais, ou de acordo com a necessidade de cada painel.

Não foram encontrados nenhum registro de manutenção preventiva nos painéis elétricos contendo as recomendações anteriormente descritas. De acordo com a empresa de manutenção contratada pelo IFRO, não há quantitativo pessoal suficiente para este trabalho, além da restrição de horas extras que inviabilizam a realização de manutenção aos fins de semana.

2.7.5 *Sistemas De Climatização*

As salas da administração, coordenações, auditório, laboratórios e salas de aula são climatizadas por aparelhos do tipo split, onde a unidade evaporadora encontra-se separada da unidade condensadora e interligadas pelas linhas frigoríficas, onde o compressor fica junto à unidade condensadora.

O *campus* possui ao todo 161 splits, sendo 5 splits de 7.500 BTU, 4 Splits de 12.000 BTU, 5 splits de 18.000 BTU, 2 splits de 24.000 BTU, 32 splits de 30.000 BTU, 22 splits de 36.000 BTU, 2 splits de 48.000 BTU e 89 splits de 60.000 BTU. A Figura 42 apresenta alguns desses exemplares instalados nos Blocos B e C.

O sistema não possui renovação de ar nos ambientes internos com filtragem recomendada pela ANVISA e NBR R-16401/1/2/3. Além disso, há a necessidade de reavaliar a proteção mecânica dos cabos de alimentação das condensadoras nas caixas de passagem.

Como pode ser observado nas figuras a seguir, a maioria dos cabos dentro de Seal tubos com alma de aço, usados para acomodação dos cabos, estão em contato com chão e sujeito a degradação pelo clima. Este material é flexível e de fácil instalação, no entanto quando exposta sua alma, apresenta áreas perfurocortantes que podem avariar o isolante dos cabos elétricos e causar acidentes graves.

Em alguns casos, os cabos estão ficando totalmente expostos nas curvas de eletrodutos quebrados, ou em Seal tubos danificados, gerando desgaste prematuro e aumentando o risco de falha elétrica, podendo ser observados nas

Figura 43, 40 e 41 algumas dessas irregularidades encontradas.

Figura 46 - Cabo de alimentação Central de Ar Mini Auditório, Bloco A



Fonte: Autoria própria

Figura 47 - Cabo de alimentação Central de Ar Sala 06, Bloco B



Fonte: Autoria própria

Figura 48 - Cabo de Alimentação Central de Ar Laboratório de Química, Bloco C



Fonte: Autoria própria

Atualmente o contrato de manutenção para o sistema de climatização atende somente às demandas corretivas. Não são realizadas as manutenções preventivas como, por exemplo, a verificação geral do funcionamento dos aparelhos, da conservação das peças e componentes elétricos, limpeza em itens como o filtro de ar, bandeja de condensador, ventilador e umidificador, identificação de vazamento de gás, isolamentos térmicos poderão reduzir o tempo de vida útil dos aparelhos.

Deve ser incluído no contrato de manutenção preventiva destes aparelhos os itens manutenção acima citados e também definir esta periodicidade para mensal para que se mantenha a eficiência e durabilidade dos ares-condicionados do *campus*.

3 PROPOSTAS DE ENFRENTAMENTO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS

A partir do diagnóstico realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *Campus* Calama, foram elaboradas propostas ações de melhoria contínua no contexto de eficiência energética em um Plano de Melhorias, dentro da realidade de uma Instituição de Ensino, contendo ações que demandam zero custo, baixo custo e médio/alto custo para serem executados no *campus*.

3.1 Plano de melhorias de eficiência energética

Após a análise documental das vistorias realizadas pela Equipe de Gestão Energética do IFRO *Campus* Calama pôde-se ter uma maior compreensão de todo o consumo elétrico do instituto e dos principais problemas a serem combatidos nas ações de eficiência energética.

Tomando como base o estudo de Zucchi *et al.* (2020), as medidas de eficiência energética podem ser classificadas de acordo com o seu custo de implementação e, após as análises realizadas pela equipe de gestão, foram levantadas ações de melhorias classificadas como medidas de zero, baixo e médio-alto custo que possam ser realizadas no *campus*.

Estas recomendações serão enviadas a alta direção para que, na medida do possível, possam ser implementadas como um plano de melhoria contínua de eficiência energética da instituição.

3.2 Medidas de zero custo

Medidas de zero custo são ações que podem ser realizadas por pessoal interno, não havendo a necessidade de investimentos feitos pela organização específica para o projeto. Em geral, são medidas operacionais que privilegiam a conscientização e mudanças comportamentais como novos hábitos, comportamentos e formas de pensar voltados a adquirir uma maior consciência sobre a importância da eficiência energética.

As medidas consideradas relevantes pela equipe e dentro da realidade do IFRO podem ser conferidas a seguir:

- a) Realizar campanha de conscientização do uso correto da energia elétrica do *campus*, com auxílio da Coordenação de Comunicação e Eventos (CCOM), através de vídeos institucionais, divulgação em redes sociais e sites oficiais do IFRO, entre outros. Recomenda-se que a campanha foque na conscientização quanto aos ganhos em melhorias de estrutura de ensino e bolsas de estudos que o *campus* pode oferecer aos discentes ao reduzirem as despesas que o *campus* tem com eletricidade.
- b) Colocar etiquetas educativas, encaminhar e-mails de divulgação e realizar treinamentos para orientar os gestores e usuários sobre as boas práticas de utilização e demonstrar o impacto das suas ações no consumo geral da edificação.
- c) Aproveitar ao máximo a luz natural dos ambientes, principalmente das salas de aula, onde as cortinas permanecem quase sempre fechadas sendo preciso manter as luzes acesas.
- d) Desligar as luzes de ambientes que não estejam sendo utilizados.

- e) Desligar os computadores quando não estiverem em uso e não os deixar apenas em modo de espera, uma vez que estes equipamentos, mesmo consumindo uma potência baixa nessas situações, o número de máquinas disponíveis aos servidores no administrativo e nos laboratórios podem chegar a, aproximadamente 500 computadores, e isso pode ser um fator de consumo expressivo a se considera.
- f) Desligar o monitor, a impressora, o estabilizador, a caixa de som, o microfone e outros acessórios, sempre que não estiverem em uso.
- g) Campanha de conscientização para manter a temperatura de setpoint das centrais de ar entre 22 e 23°C e sempre os desligar quando o ambiente estiver vazio ou com poucas pessoas.
- h) Manter janelas e portas fechadas durante o uso das centrais para não se ter perda de energia térmica, gerando maior consumo elétrico pelo equipamento.
- i) Submeter novos projetos ao Programa de Eficiência Energética do grupo Energisa, uma vez que o projeto não limita a participação de colaboradores já contemplados pelo projeto e o IFRO ainda permanece com 113 centrais de ar não contemplados pelo projeto anterior.

3.3 Medidas de baixo custo

Estas medidas podem exigir a compra ou substituição de algum equipamento de baixo custo, implementação destes itens geralmente simples, sendo possível aquisição com base em estudos preliminares de *payback* realizados pela própria instituição.

- a) Instalar sensores de presença em todos os banheiros do *campus*, uma vez que a iluminação natural da maioria destes ambientes é bem ruim, gerando o problema de luz acesa em ambiente vazio em todo período escolar do *campus*.
- b) Realizar a manutenção ou a troca das cortinas tipo persiana vertical localizadas em todas as salas de aula e laboratórios do *campus*. Várias estão com a corrente de acionamento arrebentada ou com algumas lâminas da cortina amassadas, impedindo sua abertura corretamente.
- c) Fazer a correta vedação de janelas em ambientes condicionados, para reduzir a infiltração de ar externo.
- d) Incluir no contrato de manutenção dos sistemas de climatização um plano de manutenção preventiva conforme recomendações técnicas estipuladas pelos fabricantes das centrais de ar.
- e) Incluir no contrato da empresa de manutenção predial o plano de manutenção preventiva em todos os painéis e equipamentos elétricos do *campus*. As ações de eficiência energética podem, inclusive, gerar receita para ajustes nos contratos com estas empresas e gerar um efeito cascata para que os equipamentos bem conservados possam operar em sua eficiência máxima.
- f) Contratação de serviço temporário para realizar adequação dos cabeamentos elétricos dentro das caixas de passagem e que estão sofrendo desgastes por alagamento. Além disso, fazer a

acomodação dos cabos elétricos das centrais de ar que estão danificados e ou expostos, em eletrodutos de PVC apropriados para áreas externas.

- g) Aproveitar o potencial do IFRO Porto Velho Calama em seus cursos de Engenharia de Controle e Automação, Tecnologia da Informação, Técnico em Eletrotécnica e Técnico em Informática no incentivo a pesquisas de Ensino e Extensão direcionadas ao ramo de automação predial, visando o controle eficiente do uso das centrais de ar e iluminação do *campus*.
- h) Contratação de empresa para estudos de adequação de modelo tarifário e ou contratação de demanda correta do instituto devido ao alto consumo de energia no horário ponta.
- i) Contratar empresa especializada para avaliação da viabilidade de inclusão do IFRO no Mercado Livre de Energia (MLE). Vale ressaltar que as empresas operadoras do mercado de energia elétrica, em sua maioria, realizam esta consultoria nas organizações de forma gratuita, prospectando novos clientes para si. Os valores negociados no MLE são extremamente competitivos, podendo alguns consumidores alcançarem até 35% de redução nos custos com a energia elétrica.

3.4 Medidas de médio-alto custo

Estas medidas necessitam de investimentos consideráveis e altos, contendo estudos detalhados de *payback* e avaliações de riscos de implantação. São ações que podem trazer os maiores resultados em eficiência energética ao *campus*, mas o que demanda maior dificuldade de implementação diante de restrições orçamentárias vivenciadas pelas Instituições de Ensino.

- a) Contração de empresa especializada para manutenção do Grupo Gerador para reestabelecimento de seu funcionamento norma. Além disso, diante da importância deste equipamento na preservação das aulas em períodos sem abastecimento de energia pela concessionária, prever contrato de manutenção preventiva respeitando as recomendações técnicas do fabricante.
- b) Contratar empresa especializada para adequação de projeto e instalações elétricas nos sistemas de SPDA danificados do instituto.
- c) Ajustes no projeto arquitetônico das salas de coordenações de curso do *campus*. Estas salas são abertas entre si, não possuem climatização individual, além de possuírem áreas de circulação ampla que necessitam também de climatização mais potentes. Recomenda-se o fechamento lateral das salas e instalação de ar-condicionado individual com menor potência, evitando ocorrências rotineiras no horário noturno de ter poucas pessoas nestes ambientes e necessitarem de ligar os condicionadores de ar mais potentes para chegar a um conforto térmico adequado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA PESQUISA

Esta pesquisa partiu da hipótese da utilização da ABNT NBR ISO 50001 como norte em um sistema de gestão energética aplicados em uma Instituição de Ensino, uma vez que esta norma é majoritariamente usada em organizações industriais. Durante o trabalho verificou-se que esta ISO pode ser utilizada nestas instituições de forma eficiente, norteadando o sistema de gestão de energia de forma a permitir identificar e compreender o seu consumo atual de energia.

Em todo processo metodológico da pesquisa, foi possível através dos critérios estabelecidos pela ISO 50001 a análise detalhada dos principais pontos de consumo, antes e após a implementação dos projetos de eficiência energética do *campus*. Com essa compreensão, é possível elaborar e planejar a implementação de medidas eficientes para reduzir o consumo e otimizar o uso da energia, refletindo na melhoria da educação oferecida pelo IFRO.

Por fim, sabe-se que implantar programas de gestão é um grande desafio e requer muito esforço e dedicação de todos os envolvidos para alcançar o propósito como parte de uma instituição pública. No entanto, diante do comprometimento que o IFRO *campus* Porto Velho Calama tem demonstrado, espera-se que esta pesquisa permita compreender que o uso da ISO 50001 pode contribuir significativamente no alcance das metas de redução do consumo elétrico a serem apresentadas pela organização.

Além do mais, a aplicação dos critérios da ISO 50001 em instituições de ensino não apenas auxilia a otimizar o consumo de energia, mas também desempenha um papel fundamental na formação de uma cultura sustentável, moldando o futuro de maneira positiva e responsável.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 50001: Sistemas de gestão da energia - Requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro, 2018.
- ALBERTO, G. S.; SORGATO, M. J. Análise de integração de sistemas fotovoltaicos nas edificações da UFMS. **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, v. 15, p. 2149-2158, 2019.
- ALGHAMDI, N., DEN HEIJER, A., & DE JONGE, H. (2017). Assessment tools' indicators for sustainability in universities: an analytical overview. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 18(1). <http://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2015-0071>
- ALSHUWAIKHAT, H. M., & ABUBAKAR, I. (2008). An integrated approach to achieving *Campus* sustainability: assessment of the current *Campus* environmental management practices. **Journal of Cleaner Production**, 16(16), 1777–1785. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.002>
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Chamada 001/2016: Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior**. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/656831/14930433/Priorit%C3%A1rio+e+Estrat%C3%A9gico+%28Edital+final%29/7817f2ab-0f65-42b8-b8d4-e91a2b61239f>> Acesso em: 08 fevereiro 2022.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE)**. Brasília, 2013. 193 p.
- ARCHAMBAULT, E.; CAMPBELL, D.; GINGRAS, Y.; LARIVIÈRE, V. Comparing bibliometric statistics obtained from the web of science and Scopus. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, [S. l.], v. 60, n. 7, p. 1320–1326, 2009. DOI: 10.1002/asi.21062. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/asi.21062>. Acesso em: 21 nov. 2023.
- BARDIN, L. Organização da Análise. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016
- BARROS, A. J. P. & LEHFELD, N. A. S. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. Petrópolis: Vozes, 1990.
- BELIN, Luciane. **Qual a temperatura ideal para o ar-condicionado consumir menos energia?** [S. l.], 7 fev. 2019. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/haus/sustentabilidade/qual-temperatura-ideal-ar-condicionado-consumir-menos-energia/>. Acesso em: 16 nov. 2023
- BENZINHO, J. C. G. **Metodologia para implementação e acompanhamento de um sistema de gestão de energia num edifício escolar**. 2016. Tese de Doutorado. Disponível em: <https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/1966>. Acesso em: 06 de fev. 2024

BEZERRA, F. D. Indústria: Hidrogênio verde: oportunidade para o Nordeste. 2023. Disponível em: <https://bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1914>. Acesso em: 06 de fev. 2024

BRASIL. Ministério da Educação. **Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola**. Coordenação Geral de Educação Ambiental: Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: UNESCO, 2007. 248 p. Brasília - DF.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de Eficiência Energética em Instituições de Ensino**. Brasília – DF, 2020. Disponível em: http://energif.mec.gov.br/images/materiais/20_12_16_GuiaEE_final.pdf. Acesso em: 14 de dez. de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Guia prático: conceitos e ferramentas de gestão e auditoria energéticas**. Brasília, ed. 1, p. 80, 2015. ISBN 978-85-7738-251-4.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Brasil bate recorde de expansão da energia solar em 2023**. Brasília – DF, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-bate-recorde-de-expansao-da-energia-solar-em-2023>. Acesso em: 12 de dez. de 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Guia de Eficiência Energética em Edifícios Públicos**. Brasília – DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/ee/publicacoes-e-estudos/GuiaDeEficienciaEnergticaemEdificiosPblicos.pdf>. Acesso em: 12 de jun. de 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**. 2. ed. Brasília: MTE, 2002.

BRANDLI, L. L., *et al.* Avaliação da presença da sustentabilidade ambiental no ensino dos cursos de graduação da Universidade de Passo Fundo. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 17, p. 433-454, 2012.

COLOMBO, B. Z. Como os ERPs podem ajudar na Gestão do Conhecimento dentro das empresas. *Boletim do Gerenciamento*, [S.l.], v. 34, n. 34, p. 1-9, fev. 2023. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/375>. Acesso em: 07 fev. 2024.

CHUNG, M. H.; RHEE, E. K. Potential opportunities for energy conservation in existing buildings on university *Campus*: A field survey in Korea. **Energy and Buildings**, v. 78, p. 176-182, 2014.

CRESWELL, J. W. **Research Design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches**. 2nd Ed. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 2003.

CRESWELL, J. W. Projeto de Pesquisa. **Métodos qualitativos, quantitativo e misto**. Porto Alegre, Artmed, 2ª edição, 2007.

DE OLIVEIRA, A. M.; SELLITTO, M. A.; DE SOUZA FLORES, J.; Impactos econômicos, sociais e ambientais da geração de energia eólica em comunidades do Rio Grande do Norte. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 12, n. 4, p. 107-119, 2022. Disponível em: <https://www.reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/1449>. Acesso em 05 de fev. 2024.

Demanda mundial de eletricidade deverá crescer 3% nos próximos três anos, mostra AIE. **CanalEnergia**. Rio de Janeiro 08 fev. 2023. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53237828/demanda-mundial-de-eletricidade-devera-crescer-3-nos-proximos-tres-anos-mostra-aie>. Acesso em 03 de ago. 2023.

DIAS, Rodrigo; AMANCIO, Geovane; BELLOTTI, Patrícia. O uso da ISO 50001/14001 de gestão de energia na construção da imagem socioambiental das empresas. **Revista Tuiuti: Ciência e Cultura**, v.7 n.63. p. 52-73, Curitiba, 2021

Didoné *et al.* **Estratégias para edifícios de escritórios energia zero no Brasil com ênfase em BIPV**. 2014

ELIAS, L. M. *et al.* **Matriz Energética Brasileira: Impactos Ambientais e à Saúde**. 2010. Disponível em: < <https://tede2.pucgoias.edu.br/simple-search?query=elias>>. Acesso em: 18 fevereiro 2023

ENERGISA. **Energia Consciente**. Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.grupoenergisa.com.br/noticias/energia-que-transforma/energia-consciente>. Acesso em: 11 de novembro de 2023.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Balço Energético Nacional - Relatório Final 2020**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf> Acesso em: 18 fevereiro 2022.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Anuário Estatístico De Energia Elétrica 2023**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Fact%20Sheet%202023%20-%20Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica.pdf>> Acesso em: 04 ago 2023.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Atlas da Eficiência Energética**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-741/Atlas_Eficiencia_Energetica_Brasil_2022.pdf> Acesso em: 01 agosto 2023.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Matriz Energética e Elétrica 2022**. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#ELETRICA>> Acesso em: 05 agosto 2023.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>> Acesso em: 18 fevereiro 2023.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Boletim Trimestral do Consumo de Eletricidade. (2020)**. Ano 1, Número 1, Edição de Maio. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/boletim-trimestral-de-consumo-de-eletricidade>> Acesso em 04 agosto 2023.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. Nota técnica DEA 13-15. **Demanda de Energia 2050**. Rio de Janeiro, 2016.

EXXON MOBIL. **Panorama Energético: Perspectivas para 2040** — Destaques 2014. Exxon Mobil Corporation. Disponível em: < <http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/eletrabras/estudos/exonmobil1.pdf>>. Acesso em 02 de agosto de 2023.

FOSSA, A. J.; SGARBI, F. A. Guia para Aplicação da Norma ABNT NBR ISO 50001 Gestão de Energia. **International Copper Association (ICA)**, 2017. Disponível em: < <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/iso-50001>>. Acesso em 20 de fev. 2021.

FRANÇA, T.C.; NOGUEIRA, J.L.T.; ANTUNES, J.F. Minicursos da VI Escola Regional de Sistemas de Informação. Duque de Caxias/RJ: **Sociedade Brasileira de Computação**, 2019. 157 p. ISBN 978-85-7669-488-5. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/download/39/166/336-1?inline=1>>. Acesso em 13 dez 2023

GALVÃO, J. R. *et al.* Energy system retrofit in a public services building. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 28, n. 3, p. 302–314, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GINGRAS, Yves. **Os desvios da avaliação da pesquisa: o bom uso da bibliometria**. Tradução de Carlos Deanne. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2016.

GUALTER, M. (2021). Como o investimento em novas fontes de energia pode ajudar a evitar cenários como a atual crise hídrica. **Época Negócios**. Recuperado em 12 dezembro, 2022. Disponível em: < <https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2021/06/como-o-investimento-em-novas-fontes-de-energia-pode-ajudar-evitar-cenarios-como-atual-crise-hidrica.html> >. Acesso em 05 de agosto de 2023.

GRIMONI, J.A.B.; GALVÃO, L.C.R.; UDAETA, M.E.M. (organizadores). **Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo**. EDUSP, 2004.

IEA – International Energy Agency. **Electricity Market Report Update**. 2023. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/2d1b41b0-2cf7-4b24-aa22-e8d0492e619c/ElectricityMarketReport_Update2023.pdf. Acesso em 20 de jan. de 2024.

IEA – International Energy Agency. **World Energy Model Documentation 2022**. Paris 2022 Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-model/documentation#abstract>>. Acesso em 02 de ago. de 2023.

IFRO – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia. **Sustentabilidade**. Rondônia, 2016. Disponível em: < <https://portal.ifro.edu.br/sustentabilidade>> Acesso em 27 de fevereiro de 2022.

IFRO – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia. **O Campus**. Rondônia, 2022. Disponível em: < <https://portal.ifro.edu.br/calama/o-Campus>> Acesso em 07 de agosto de 2023.

IFRO – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia. **Relatório de Gestão 2021**. Rondônia, 2016. Disponível em: < <https://portal.ifro.edu.br/calama/noticias/article?id=12729>> Acesso em 04 de agosto de 2023.

KAZEMI RAD, M. *et al.* Improving the performance profile of energy conservation measures at the Penn State University Park *Campus*. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 4, p. 610–628, 2017.

KHALIL, N., KAMARUZZAMAN, S. N., & BAHARUM, M. R. (2015). A Survey on the Performace- Risk Rating Index for Building Performance Assesment in Higher Education. **Jurnal Teknologi (Science & Engineering)**, 75(9), 57–63.
<http://doi.org/http://dx.doi.org/10.11113/jt.v75.5230>

KHATRI, Rahul; JOSHI, Anant. Energy performance comparison of inverter based variable refrigerant flow unitary AC with constant volume unitary AC. *Energy Procedia*, v. 109, p. 18–26, 2017.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª ed. São Paulo: PW Editores, 2014.

MACHADO, L. R. **Estudo da eficiência energética em refrigeradores e o impacto na fatura das residências de diversas classes da cidade de Raul Soares-MG**. DSpace Doctum, Faculdade Doctum de Caratinga, 2018.

MARQUES, F.; QUEIROZ, C. Produção científica brasileira sofre retração: Bases de dados mostram que número de artigos do Brasil caiu pela primeira vez desde 1996. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ano 2023, n. 331, 4 set. 2023. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/avanco-interrompido/>. Acesso em: 23 jan. 2024.

MARTINS, Heloisa Helena T. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e pesquisa**, v. 30, p. 289-300, 2004.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M.; SALDAÑA, J. **Qualitative data analysis: a methods sourcebook**. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 2014

MINAYO, M. C. **Pesquisa Social**. Rio de Janeiro, Vozes, 2002.

MONTEIRO, L. M. **Conforto Ambiental e as Possibilidades do Modelo Adaptativo**. In GONÇALVES; Gonçalves, J. C. S., BODE, klaus (org) EDIFÍCIO AMBIENTAL. São Paulo, Oficina de Textos, 2015. Pg. 27-36.

MONTENEGRO, S. Órgãos federais terão de reduzir consumo de energia em até 20%. **Agência Canal Energia**, Brasília - 25 de agosto de 2021. Disponível em: <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53184900/orgaos-federais-terao-de-reduzir-consumo-de-energia-em-ate-20>> Acesso em 21 de fevereiro de 2022.

NAKAMURA, Juliane. **A condensação limita a vida útil dos quadros elétricos exteriores**. [S. l.], 19 abr. 2023. Disponível em: <https://www.oinstalador.com/Artigos/473106-A-condensacao-limita-a-vida-util-dos-quadros-eletricos-exteriores.html#:~:text=Como%20%C3%A9%20que%20a%20condensa%C3%A7%C3%A3o,condensa%C3%A7%C3%A3o%20indesejada%20nos%20quadros%20el%C3%A9tricos>. Acesso em: 17 nov. 2023.

NETO, C.; PONTES, R. **Aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 Sistema de gestão da energia para o setor público -Estudo de caso Tribunal de Contas de Estado do Ceará**. [s.l: s.n.].

NUNES, D. A. *et al.* Gestão De Energia E a Iso 50001: Ações Entre Duas Organizações De Setores Diferenciados. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 6, n. 1, p. 0036-0041, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/jceec/article/view/9517>. Acesso em: 06 de fev. 2024

OYEDEPO, S. O. (2016). Assessment of Energy Saving Potentials in Covenant University, Nigeria. **Energy Engineering: Journal of the Association of Energy Engineering**, 113(3), 74–83. 2016. <http://doi.org/10.1080/01998595.2016.11689738>

PAZ, S. J. **Inferência do ponto de orvalho em amostras de gás natural processado**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

PEE, PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ANEEL. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações**. 1ª edição. Campinas - SP: Elektro; Universidade Federal de Itajubá; Excen; Fupai. 2012. 315p

PINHEIRO, Damaris Kirsch; KOHLRAUSCH, Fernanda. Educação ambiental: uso consciente da energia elétrica e aplicação de alternativas para diminuição do consumo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 4, n. 4, p. 387-397, 2011.

RIASCOS, L. A. M.; PALMIERE, S. E. Energy Efficiency and Fire Prevention Integration in Green Buildings. **Ieee Latin America Transactions**, S.l, v. 13, n. 8, p.2608-2615, ago. 2015. Disponível m:<<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7332139&tag=1>>. Acesso em: 23 nov.2022

RIBEIRO, A. P.; SALGADO, E. G.; ARAÚJO, M. A. (2018). Consumo de energia elétrica nas universidades federais brasileiras: uma análise do período de 2005 a 2015. **Revista Brasileira de Energia**, 24(1), 35-52.

RIBEIRO, F. B. V. *et al.* Abordagem interpretativista e método qualitativo na pesquisa documental: descrição geral das etapas de coleta e análise de dados. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 17, n. 1, p. 100-113, 2023. Disponível em:

<https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/rica/article/view/18159/11970>
Acesso em 19 de jan. 2024

ROBSON, C. **Real World Research Design**: a resource for users of social research methods in applied settings. 3rd. Ed. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2011.

ROCHA, K., SARMIENTO, M.B.G.P. e HAUSER, F.; **A Remuneração dos Investimentos em Energia Elétrica Renovável no Brasil uma Proposta Metodológica ao Benchmark da UNFCC para o Brasil**, IPEA, 1701 Textos para Discussão 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1269/1/TD_1701.pdf. Acesso em 06 de agosto de 2023.

SANTOS, E.P. **Mercado no Brasil para o uso de energias renováveis e ações de eficiência energética**. 2020, 131f. Dissertação (Mestrado em Pesquisas Energéticas e Nucleares), Universidade de São Paulo, 2020.

SCHINAZI, A.; FUKUOKA, R.; ORTIZ, M. J. H.; FERRONATO, B.; ISSA, I. **Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações**. MITSIDI PROJETOS, 2018.

SCHULZE, Mike *et al.* Energy management in industry - A systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework. **Journal of Cleaner Production** v. 112, p. 3692–3708, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.060>>.0959-6526.

SERAFINI, P. G. *et al.* Avanços e desafios da sustentabilidade ambiental na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 20, p. 1349-1370, 2021.

SILVESTRE, António. **Análise de dados e estatística descritiva**. Escolar editora, 2007.

SOUZA, M. DAS G. B. DE; CARNIELLO, M. F.; ARAÚJO, E. A. S. DE. **O Papel das Instituições de Ensino Superior**. REVISTA CEREUS, v. 4, n. 3, p. 24–35, 18 dez. 2012.

SOUZA, R. M. A. **Estudo da Eficiência Energética e Gestão de Energia em Edifícios Escolares**. Faculdade de Engenharia do Porto, Portugal. 2011.

STEFANELLO, L. **ISO 50001: o que é e como implantá-la na sua empresa**. Beenergy, 2018. Disponível em: <<https://beenergy.com.br/iso-50001/>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2023.

TASSOU, S. A.; QURESHI, T. Q. Comparative performance evaluation of positive displacement compressors in variable-speed refrigeration applications. **International Journal of Refrigeration**, v. 21, n. 1, p. 29-41, 1998.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Itajubá: UNIFEI, 2012. 199p. Disponível em:<http://www.marco.eng.br/adm-organizacao-I/Apostila_Metodologia_Completa_2012_%20UNIFEI.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2017.

VERA B.; Miguel A.; THELWALL, M.; KOUSHA, K. Web of Science and Scopus language coverage. **Scientometrics**, v. 121, n. 3, p. 1803-1813, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03264-z>. Acesso em: 12 dez. 2023.

VERGARA. S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2007.

ZUCCHI, Luisa *et al.* **Guia de Eficiência Energética em Instituições de Ensino**. Ministério da Educação, 1 dez. 2020. Disponível em: http://energif.mec.gov.br/images/materiais/20_12_16_GuiaEE_final.pdf. Acesso em: 27 set. 2023.

APÊNDICE A – PLANO DE VISTORIA BLOCO B – HORA PONTA

Plano de Vistoria Bloco B - Hora Ponta

Hora da vistoria:	18-18:30-19-19:30-20-20:30-21h	Ar Condicionado		Iluminação		Aparelhos Eletrônicos		
Dia:	Ambiente	AR Ligado - Sala vazia	Setpoint abaixo de 23°C	Sala vazia - luz acesa	Lab. Vazio - luz acesa	Banheiro Vazio - luz acesa	PC ligado - sem aula	Datashow ligado - sem aula
Bloco B Térreo	Sala 1							
	Sala 2							
	Sala 3							
	Sala 4							
	Sala 5							
	Sala 6							
	Banheiro Masc.							
	Banheiro Masc.							
	Banheiro Fem.							
	Banheiro Fem.							
	Sala 7							
	Sala 8							
	Sala 9							
	Sala 10							
	Sala 11							
Sala 12								
Sala 13								
Corredor circulação								
Bloco B 1º Piso	Sala 14							
	Sala 15							
	Sala 16							
	Sala 17							
	Sala 18							
	Sala 19							
	Banheiro Masc.							
	Banheiro Masc.							
	Banheiro Fem.							
	Banheiro Fem.							
	Sala 21							
	Lab. Informática 1							
	Lab. Informática 2							
	Lab. Informática 3							
	Lab. Informática 4							
	Lab. Informática 5							
	Corredor circulação							
Coordenação de CGTI								
Sala 22								

ANEXO A – Histórico de consumo



Tabela 4.1 - Histórico de Consumo

Mês	Demanda Ponta	Demanda Fora Ponta	Consumo Ponta	Consumo Fora Ponta	Consumo Total	Custo Total Anual
jan-18	115,00	207,00	4025,00	32219,00	36244,00	R\$ 23.636,14
fev-18	209,00	284,00	7305,00	46420,00	53725,00	R\$ 33.436,71
mar-18	231,00	350,00	9341,00	63010,00	72351,00	R\$ 43.127,96
abr-18	220,00	327,00	9641,00	57797,00	67438,00	R\$ 40.023,42
mai-18	240,00	367,00	9233,00	62729,00	71962,00	R\$ 44.382,52
jun-18	220,00	352,00	8818,00	56793,00	65611,00	R\$ 39.606,31
jul-18	213,00	317,00	6483,00	49437,00	55920,00	R\$ 32.614,43
ago-18	271,00	389,00	10698,00	72700,00	83398,00	R\$ 50.844,18
set-18	278,00	407,00	9257,00	69808,00	79065,00	R\$ 45.276,67
out-18	283,00	431,00	9925,00	73656,00	83581,00	R\$ 49.829,15
nov-18	243,00	381,00	9630,00	67656,00	77286,00	R\$ 44.879,58
dez-18	175,00	265,00	6468,00	43344,00	49812,00	R\$ 33.528,91
jan-19	122,00	191,00	4337,00	35572,00	39909,00	R\$ 30.085,07
fev-19	232,00	309,00	8238,00	55035,00	63273,00	R\$ 53.673,32
mar-19	249,00	365,00	9372,00	63604,00	72976,00	R\$ 55.238,57
abr-19	253,00	366,00	10602,00	64951,00	75553,00	R\$ 56.101,63
mai-19	269,00	412,00	9997,00	63220,00	73217,00	R\$ 52.956,38
jun-19	264,00	412,00	10024,00	66284,00	76308,00	R\$ 54.919,07
jul-19	237,00	340,00	7868,00	59842,00	67710,00	R\$ 46.959,85
ago-19	286,00	402,00	13084,00	79425,00	92509,00	R\$ 68.381,46
set-19	297,00	449,00	12437,00	85249,00	97686,00	R\$ 73.321,38
out-19	207,00	350,00	8714,00	59790,00	68504,00	R\$ 48.614,37
nov-19	243,00	380,00	11558,00	75871,00	87429,00	R\$ 64.951,40
dez-19	243,00	271,00	7582,00	47124,00	54706,00	R\$ 40.601,18
jan-20	133,00	246,00	3948,00	41988,00	45936,00	R\$ 31.965,03
fev-20	262,00	340,00	8548,00	54227,00	62775,00	R\$ 45.723,50
mar-20	280,00	370,00	8629,00	46763,00	55392,00	R\$ 41.667,74
abr-20	62,00	73,00	2465,00	22703,00	25168,00	R\$ 19.981,59
mai-20	77,00	102,00	2568,00	21780,00	24348,00	R\$ 20.645,60
jun-20	71,00	91,00	2566,00	22996,00	25562,00	R\$ 19.381,40
jul-20	69,00	119,00	2748,00	24301,00	27049,00	R\$ 21.299,36
ago-20	71,00	104,00	3180,00	24136,00	27316,00	R\$ 21.929,50
média considerada	245	361	9478	63465	72942	R\$ 53.311,15
total considerado			113734,00	761575,00	875309,00	R\$ 639.733,82
média 2018	225	340	8402	57964	66366	R\$ 40.098,83
total 2018			100824,00	695569,00	796393,00	R\$ 481.185,98
média 2019	242	354	9484	62997	72482	R\$ 53.816,97
total 2019			113813,00	755967,00	869780,00	R\$ 645.803,68
média últimos 12 meses	168	241	6245	43911	50156	R\$ 37.506,84
total últimos 12 meses			74943,00	526928,00	601871,00	R\$ 450.082,05

Fonte: Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

ANEXO D – Relação do sistema de iluminação contemplado pelo projeto



Tabela 7.1 - Sistema Atual - Iluminação

BENEFÍCIOS - ILUMINAÇÃO														
ILUMINAÇÃO				TOTAL	ilumin 1	ilumin 2	ilumin 3	ilumin 4	ilumin 5	ilumin 6	ilumin 7	ilumin 8	ilumin 9	
SISTEMA ATUAL				TOTAL	ilumin 1	ilumin 2	ilumin 3	ilumin 4	ilumin 5	ilumin 6	ilumin 7	ilumin 8	ilumin 9	
1	Tipo de equipamento / tecnologia				FLC	FLC	FLC	FLC	FLC	FLC	FLC	FLC	FLT	
2	Lâmpadas	Potência	W	pla	2068,00	15	20	20	20	20	20	20	45	20
		Quantidade		qla	3194	12	3	25	13	40	38	276	2	58
3	Reatores	Potência	W	pra	96,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Quantidade		qra	1467	0	0	0	0	0	0	0	0	29
4	Potência Instalada		kW	Pa	194,20	0,18	0,06	0,50	0,26	0,80	0,76	5,52	0,09	1,16
	Tempo de utilização do sistema, em um dia		h/dia			5,00	2,00	12	15	5,00	5,00	14,00	14,00	5,00
5	Dias de utilização do sistema, em um ano		dia/ano			220	120	365	220	120	220	220	220	220
	Funcionamento		h/ano	ha		1100,00	240,00	4380,00	3300,00	600,00	1100,00	3080,00	3080,00	1100,00
	Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de Ponta		meses	NM	12	10	10	12	10	10	10	10	10	10
	Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta		dias	ND	22	22	12	22	22	12	22	22	22	22
6	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta		horas	NUP	3	0,50	0,00	3,00	3,00	0,00	0,50	3,00	3,00	0,50
	Potência média na ponta		kW	da	166,38	0,02	0,00	0,50	0,22	0,00	0,08	4,57	0,07	0,13
	Fator de coincidência na ponta			FCPa		0,11	0,00	1,00	0,83	0,00	0,11	0,83	0,83	0,11
7	Energia consumida		MWh/ano	Ea	474,21	0,20	0,01	2,19	0,86	0,48	0,84	17,00	0,28	1,28
8	Demanda média na ponta		kW	Da	166,38	0,02	0,00	0,50	0,22	0,00	0,08	4,57	0,07	0,13



BENEFÍCIOS - ILUMINAÇÃO																	
ILUMINAÇÃO				TOTAL	ilumin 10	ilumin 11	ilumin 12	ilumin 13	ilumin 14	ilumin 15	ilumin 16	ilumin 17	ilumin 18	ilumin 19			
SISTEMA ATUAL				TOTAL	ilumin 10	ilumin 11	ilumin 12	ilumin 13	ilumin 14	ilumin 15	ilumin 16	ilumin 17	ilumin 18	ilumin 19			
1	Tipo de equipamento / tecnologia				FLT	FLT	FLT	FLT	FLT T5	Incandescente	Mista	Vapor de Sódio	Vapor de Sódio	Vapor de Sódio			
2	Lâmpadas	Potência	W	pla	2068,00	20	40	40	40	28	100	400	400	400			
		Quantidade		qla	3194	224	44	18	2182	50	3	2	114	70	20		
3	Reatores	Potência	W	pra	96,00	0	0	0	0	0	0	0	32	32			
		Quantidade		qra	1467	112	22	9	1091	0	0	0	114	70	20		
4	Potência Instalada		kW	Pa	194,20	4,48	1,76	0,72	87,28	1,40	0,30	0,80	49,25	30,24	8,64		
	Tempo de utilização do sistema, em um dia		h/dia			14,00	2,00	5,00	8,00	5	2,00	12	12,00	3,50	12		
5	Dias de utilização do sistema, em um ano		dia/ano			220	365	120	220	220	120	365	365	220	365		
	Funcionamento		h/ano	ha		3080,00	730,00	600,00	1760,00	1100,00	240,00	4380,00	4380,00	770,00	4380,00		
	Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de Ponta		meses	NM	12	10	12	10	10	10	12	12	10	12			
	Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta		dias	ND	22	22	22	12	22	22	12	22	22	22			
6	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta		horas	NUP	3	3,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3		
	Potência média na ponta		kW	da	166,38	3,71	0,00	0,00	72,22	1,16	0,00	0,80	49,25	25,02	8,64		
	Fator de coincidência na ponta			FCPa		0,83	0,00	0,00	0,83	0,83	0,00	1,00	1,00	0,83	1,00		
7	Energia consumida		MWh/ano	Ea	474,21	13,80	1,28	0,43	153,61	1,54	0,07	3,50	215,71	23,28	37,84		
8	Demanda média na ponta		kW	Da	166,38	3,71	0,00	0,00	72,22	1,16	0,00	0,80	49,25	25,02	8,64		

Fonte: Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

ANEXO E – Sistema proposto para iluminação



Tabela 7.2 - Sistema Proposto - Iluminação

SISTEMA PROPOSTO				ilumin 1	ilumin 2	ilumin 3	ilumin 4	ilumin 5	ilumin 6	ilumin 7	ilumin 8	ilumin 9				
9	Tipo de equipamento / tecnologia				LUMINÁRIA LED SOBREPOR REDONDA	BULBO LED	BULBO LED	BULBO LED	LUMINÁRIA LED SOBREPOR REDONDA	LUMINÁRIA LED SOBREPOR REDONDA	LUMINÁRIA LED SOBREPOR REDONDA	REFLETOR LED	TUBO LED			
10	Lâmpadas	Potência	W	pIp	801,00	15	8	8	8	15	15	15	30			
		Quantidade		qIp	3011	6	3	25	13	20	19	138	2	58		
11	Reatores	Potência	W	prPj	0,00											
		Quantidade		qrPj	0											
12	Potência instalada		kW	Pp	72,97	0,09	0,02	0,20	0,10	0,30	0,29	2,07	0,06	0,46		
	Tempo de utilização do sistema, em um dia		h/dia			5,00	2,00	12	15	5,00	5,00	14,00	14,00	5,00		
13	Dias de utilização do sistema, em um ano					220	120	365	220	120	220	220	220	220		
	Funcionamento		h/ano	hpj		1100,00	240,00	4380,00	3300,00	600,00	1100,00	3080,00	3080,00	1100,00		
14	Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de Ponta			meses	NM	12	10	10	12	10	10	10	10	10		
	Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta			dias	ND	22	22	12	22	22	22	22	22	22		
	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta			horas	NUP	3	0,50	0,00	3,00	3,00	0,00	0,50	3,00	3,00	0,50	
	Potência média na ponta				kW	dpj	62,22	0,01	0,00	0,20	0,09	0,00	0,03	1,71	0,05	0,05
	Fator de coincidência na ponta				FCPp		0,11	0,00	1,00	0,83	0,00	0,11	0,83	0,83	0,11	
	Energia consumida				MWh/ano	Epj	174,81	0,10	0,01	0,88	0,34	0,18	0,31	6,38	0,18	0,51
16	Demanda média na ponta				kW	Dpj	62,22	0,01	0,00	0,20	0,09	0,00	0,03	1,71	0,05	0,05



SISTEMA PROPOSTO				ilumin 10	ilumin 11	ilumin 12	ilumin 13	ilumin 14	ilumin 15	ilumin 16	ilumin 17	ilumin 18	ilumin 19				
9	Tipo de equipamento / tecnologia				TUBO LED	TUBO LED	TUBO LED	TUBO LED	TUBO LED T5	BULBO LED	REFLETOR LED	IP LED	PROJETOR HIGH BAY	REFLETOR LED			
10	Lâmpadas	Potência	W	pIp	801,00	8	16	16	16	15	8	150	150	150	150		
		Quantidade		qIp	3011	224	44	18	2182	50	3	2	114	70	20		
11	Reatores	Potência	W	prPj	0,00												
		Quantidade		qrPj	0												
12	Potência instalada		kW	Pp	72,97	1,79	0,70	0,29	34,91	0,75	0,02	0,30	17,10	10,50	3,00		
	Tempo de utilização do sistema, em um dia		h/dia			14,00	2,00	5,00	8,00	5	2,00	12	12,00	3,50	12		
13	Dias de utilização do sistema, em um ano					220	365	120	220	220	120	365	365	220	365		
	Funcionamento		h/ano	hpj		3080,00	730,00	600,00	1760,00	1100,00	240,00	4380,00	4380,00	770,00	4380,00		
14	Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de Ponta			meses	NM	12	10	12	10	10	10	12	12	10	12		
	Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta			dias	ND	22	22	22	12	22	22	22	22	22	22		
	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta			horas	NUP	3	3,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
	Potência média na ponta				kW	dpj	62,22	1,48	0,00	0,00	28,89	0,62	0,00	0,30	17,10	8,69	3,00
	Fator de coincidência na ponta				FCPp		0,83	0,00	0,00	0,83	0,83	0,00	1,00	1,00	0,83	1,00	
	Energia consumida				MWh/ano	Epj	174,81	5,52	0,51	0,17	61,45	0,83	0,01	1,31	74,90	8,09	13,14
16	Demanda média na ponta				kW	Dpj	62,22	1,48	0,00	0,00	28,89	0,62	0,00	0,30	17,10	8,69	3,00

Fonte: Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

ANEXO F – Relação do sistema de AC anterior e proposto no projeto



Tabela 7.12 - Sistema Atual - Condicionamento Ambiental

BENEFÍCIOS - CONDICIONAMENTO AMBIENTAL										
CONDICIONAMENTO AMBIENTAL						TOTAL	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4
SITUAÇÃO ATUAL						TOTAL	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4
1	Tipo de equipamento / tecnologia						Piso teto	Piso teto	Piso teto	Split
2	Potência nominal de refrigeração	BTU/h	pa	160000		36000	36000	58000	30000	
3	Coefficiente de eficiência energética	W/W	ca		2,84	2,84	3,01	3,05		
4	Quantidade		qa	48		10	1	28	9	
5	Potência instalada	kW	Pa	225,02	37,168	3,717	158,2022	25,9377		
6	Fator de utilização		FUa		0,78	0,69	0,78	0,78		
	Potência média utilizada	kW	Pua	175,55	29	3	123,6528	20,27323		
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	h/dia			14	24	14	14		
7	Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano			220	365	220	220		
	Funcionamento	h/ano	ha		3080	8760	3080	3080		
	Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de Ponta	meses	NM	12	10	12	10	10		
	Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta	dias	ND	22	22	22	22	22		
8	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta	horas	NUP	3	3	3	3	3		
	Potência média na ponta	kW	da	145,70	24,04	2,58	102,32	16,78		
	Fator de coincidência na ponta		FCPa		0,83	1,00	0,83	0,83		
9	Energia consumida	MWh/ano	Ea	555,33	89,48	22,56	380,85	62,44		
10	Demanda média na ponta	kW	Da	145,70	24,04	2,58	102,32	16,78		



Tabela 7.13 - Sistema Proposto - Condicionamento Ambiental

SISTEMA PROPOSTO										
						TOTAL	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4
11	Tipo de equipamento / tecnologia						PISO TETO	PISO TETO	PISO TETO	SPLIT
12	Potência nominal de refrigeração	BTU/h	pa	162000		36000	36000	60000	30000	
13	Coefficiente de eficiência energética	W/W	cp		3,6	3,6	3,27	3,39		
14	Quantidade		qp	48		10	1	28	9	
15	Potência instalada	kW	Pp	206,10	29,300	2,930	150,5321	23,33628		
16	Fator de utilização		FUp		0,62	0,55	0,62	0,62		
17	Potência média utilizada	kW	Pup	127,05	18,092	1,604	92,94962	14,40954		
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	h/dia			14	24	14	14		
	Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano			220	365	220	220		
18	Funcionamento	h/ano	hp		3080	8760	3080	3080		
	Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de Ponta	meses	NM	12	10	12	10	10		
	Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta	dias	ND	22	22	22	22	22		
	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta	horas	NUP	3	3	3	3	3		
19	Potência média na ponta	kW	dp	105,41	14,97	1,60	76,91	11,92		
	Fator de coincidência na ponta		FCPp		0,83	1,00	0,83	0,83		
	Energia consumida	MWh/ano	Ep	400,44	55,72	14,05	286,28	44,38		
20	Demanda média na ponta	kW	Dp	105,41	14,97	1,60	76,91	11,92		

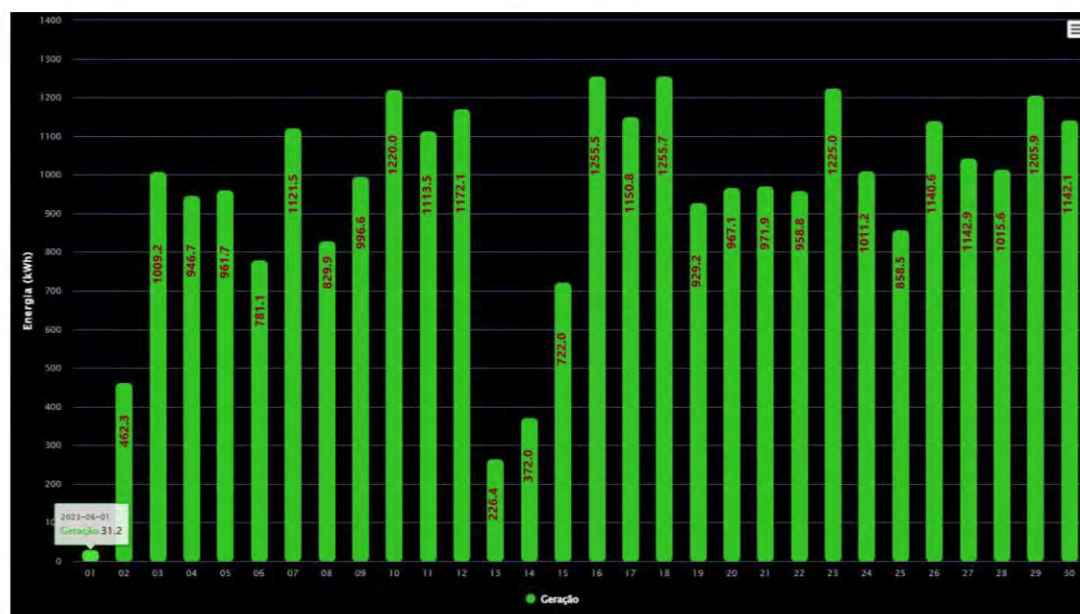
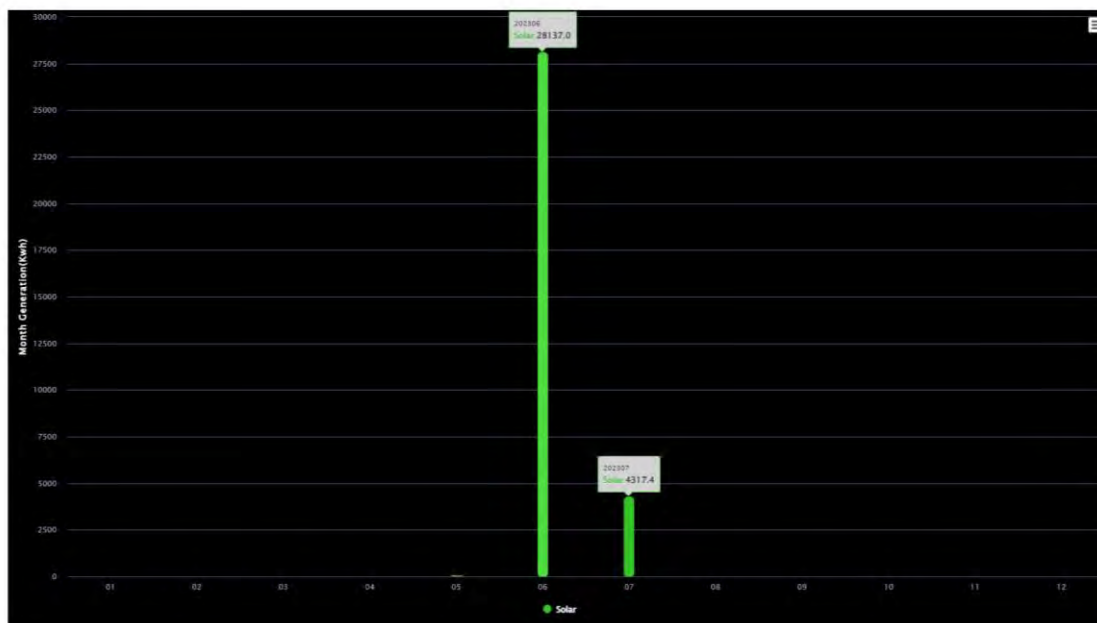
Fonte: Projeto EE, Energisa Soluções (2020)

ANEXO G – Produção do mês de junho da Usina Solar



RELATÓRIO DE GERAÇÃO DE ENERGIA MENSAL

A produção do Mês de Junho foi de 28.137 Kwh/Mês, logo a média diária de produção é de 970 Kwh/Dia.



Fonte: Shinephone(PLANTA IFRO CALAMA)