



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

Pedro Focola Luís

Auditoria energética como ferramenta para o aproveitamento do potencial de conservação da energia: um estudo de caso das unidades básicas de saúde do município de Araranguá (SC)

ARARANGUÁ – SC

2025

Auditoria energética como ferramenta para o aproveitamento do potencial de conservação da energia: um estudo de caso das unidades básicas de saúde do município de Araranguá (SC)

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade (PPGES) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Orientadora: Profa. Dra. Analúcia Schiaffino Morales

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Alexandre Reinaldo de Moraes

Araranguá– SC

2025

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC. Dados inseridos pelo próprio autor.

Luís, Pedro Focola  
Auditoria energética como ferramenta para o aproveitamento do potencial de conservação da energia: um estudo de caso das unidades básicas de saúde do município de Araranguá (SC) / Pedro Focola Luís ; orientador, Analucia Schiaffino Morales, coorientador, Ricardo Alexandre Reinaldo de Moraes, 2025.  
88 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade, Araranguá, 2025.

Inclui referências.

1. Energia e Sustentabilidade. 2. auditoria energética. 3. ISO 50001, ISO 50002. 4. Eficiência energética. 5. Gestão em saúde. I. Morales, Analucia Schiaffino . II. de Moraes, Ricardo Alexandre Reinaldo . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade. IV. Título.

Nome Completo do autor: Pedro Focola Luís

**Título:** Auditoria energética como ferramenta para o aproveitamento do potencial de conservação da energia: um estudo de caso das unidades básicas de saúde do município de Araranguá (SC)

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em, 03 de setembro de 2025, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Dr.(a). Analucia Schiaffino Morales  
Instituição UFSC

Prof.(a) Dr.(a). Kátia Cilene Rodrigues Madruga  
Instituição UFSC

Prof.(a) Dr.(a). Sabi Yari Moïse Bandiri  
Instituição UNILAB

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre/Mestra em Energia e Sustentabilidade.

Insira neste espaço a  
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a  
assinatura digital

Prof.(a), Dr.(a). Analucia Schiaffino Morales  
Orientador(a)

Araranguá, 2025

## RESUMO

A presente dissertação diagnosticou o desempenho energético de dez Unidades Básicas de Saúde (UBSs) no município de Araranguá (SC), com base nas normas ISO 50001 e ISO 50002. Utilizou-se uma metodologia mista que combinou auditoria energética, análise de dados de consumo da concessionária CELESC, visitas técnicas e aplicação de questionários aos profissionais responsáveis. Os entrevistados foram selecionados por amostragem intencional, adotando-se como critério os enfermeiros responsáveis por cada UBS, por serem os profissionais diretamente envolvidos na gestão operacional e com maior conhecimento sobre os processos administrativos e infraestrutura da unidade. Ao todo, foram entrevistados 10 enfermeiros, representando as 10 UBS avaliadas. O objetivo principal foi identificar as principais deficiências na infraestrutura, gestão e cultura organizacional que comprometem a eficiência energética, para propor recomendações técnicas visando o uso racional da energia elétrica e a sustentabilidade nos serviços públicos de saúde. Os resultados indicaram uma ineficiência sistêmica evidenciada por três desafios críticos: infraestrutura inadequada (como ausência de sensores de presença e manutenção preventiva insuficiente), deficiência na gestão (falta de planos de manutenção e monitoramento) e uma cultura organizacional pouco engajada, sem treinamentos que incentivem práticas sustentáveis. A análise do consumo apontou picos nos meses mais quentes, com as UBS 04, 07 e 01 respondendo por 45% do consumo total, indicando prioridades para intervenção. Como contribuição, o estudo apresenta recomendações técnicas fundamentadas no ciclo PDCA da ISO 50001, incluindo modernização da infraestrutura com automação da iluminação, implantação de políticas de manutenção preventiva e programas de capacitação contínua da equipe, com potencial para reduzir o consumo energético em até 40%.

Palavras-chave: auditoria energética; ISO 50001; ISO 50002; eficiência energética; gestão em saúde

## ABSTRACT

This dissertation assessed the energy performance of ten Primary Healthcare Units (UBSs) in the municipality of Araranguá (SC), based on ISO 50001 and ISO 50002 standards. A mixed methodology was applied, combining an energy audit, analysis of electricity consumption data from the utility company CELESC, technical site visits, and questionnaires administered to the responsible professionals. Participants were selected through intentional sampling, adopting as the criterion the nurses in charge of each UBS, as they are directly involved in operational management and possess greater familiarity with administrative processes and unit infrastructure. In total, 10 nurses were interviewed, representing the 10 units analyzed. The main objective was to identify key deficiencies in infrastructure, management, and organizational culture that compromise energy efficiency, in order to propose technical recommendations aimed at rational electricity use and promoting sustainability in public healthcare services. The results indicated systemic inefficiency reflected in three critical challenges: inadequate infrastructure (such as the absence of motion sensors and insufficient preventive maintenance), management gaps (lack of maintenance plans and monitoring), and a low-engagement organizational culture, lacking training that encourages sustainable practices. The energy consumption analysis revealed peaks during the warmest months, with UBS 04, 07, and 01 accounting for 45% of total consumption, highlighting priority units for intervention. As a contribution, the study presents technical recommendations based on the PDCA cycle from ISO 50001, including infrastructure modernization with lighting automation, implementation of preventive maintenance policies, and continuous training programs for staff, with the potential to reduce energy consumption by up to 40%.

Keywords: energy audit; ISO 50001; ISO 50002; energy efficiency; health management.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 PROBLEMÁTICA.....	4
1.2 OBJETIVOS .....	6
1.2.1 OBJETIVO GERAL .....	6
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.3 JUSTIFICATIVA.....	7
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	8
2. REFERENCIAL TEORICO .....	10
2.1 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	10
2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UNIDADES DE SAÚDE .....	11
2.3 CONTEXTUALIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DO CONSUMO ENERGÉTICO EM UNIDADES DE SAÚDE .....	12
2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UNIDADES DE SAÚDE .....	13
2.4 POLÍTICAS E NORMAS SOBRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	13
2.5 LEGISLAÇÃO E NORMAS BRASILEIRAS APLICÁVEIS À GESTÃO DE ENERGIA .....	15
2.6 NORMAS ISO 50001 E ISO 50002 .....	17
2.9 PLANEJAMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA SEGUNDO A ISO 50001 ....	21
2.9 TRABALHOS RELACIONADOS .....	23
2.9.1 REVISÃO DA LITERATURA.....	24
2.9.2 DISTRIBUIÇÃO DOS TRABALHOS POR EIXO TEMÁTICO NA REVISÃO DE LITERATURA.....	25
2.9.3 GESTÃO E POLÍTICAS DE ENERGIA EM HOSPITAIS .....	26
2.9.4 AUDITORIA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM HOSPITAIS.....	27
2.9.5 SUSTENTABILIDADE E ODS EM INSTITUIÇÕES DE SAÚDE E ACADÊMICAS .....	28
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
3.1 TIPO E ABORDAGEM DA PESQUISA .....	32
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLOGICO .....	33
3.3 UNIDADES INVESTIGADAS E PARTICIPANTES.....	33
3.3.1 COLETA DE DADOS .....	33

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4.3.1	DESAFIOS E LIMITAÇÕES NA GESTÃO ENERGÉTICA DAS UBS .....	58
4.3.2	LIMITAÇÕES TÉCNICAS E OPERACIONAIS PARA A GESTÃO ENERGÉTICA .....	59
4.5	RECOMENDAÇÃO .....	61
5	CONCLUSÃO.....	64
	REFERÊNCIAS.....	67
	ANEXO I.....	74
	ANEXO II.....	76

## 1 INTRODUÇÃO

Considera-se a energia, um recurso indispensável para o desenvolvimento econômico e social, influenciando diretamente a qualidade de vida da população. O acesso sustentável à energia está ligado à dignidade humana e ao bem-estar das comunidades. O primeiro artigo, inciso III, da Constituição Federal de 1988, estabelece a dignidade da pessoa humana como um dos fundamentos da República (BRASIL, 1988). Enquanto, o artigo 6º reconhece a energia como um direito social essencial, equiparando-a a direitos fundamentais como educação, saúde e segurança, reforçando sua importância para a qualidade de vida da população. Além disso, o artigo 225 assegura o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, incluindo o uso sustentável dos recursos energéticos (BRASIL, 1988).

Nesse sentido, a garantia do acesso à energia de forma eficiente e ambientalmente responsável tem se tornado uma prioridade, impulsionando a adoção de práticas sustentáveis nas organizações públicas e privadas. A busca por eficiência energética e a contribuição para a redução dos impactos ambientais, conduzem à necessidade de mecanismos normativos e técnicos que orientem essa transição. Contexto que as normas ISO 50001 e ISO 50002 emergem como ferramentas fundamentais para a gestão estratégica da energia. A ISO 50001, criada em 2011 e posteriormente revisada em 2018, estabelece os requisitos para um sistema de gestão de energia (ISO, 2018). Enquanto, a ISO 50002 (ISO, 2014) fornece diretrizes para a realização de auditorias energéticas. A implementação conjunta dessas normas permite que as organizações identifiquem oportunidades de melhoria, reduzam custos operacionais e contribuam de forma efetiva para um futuro mais sustentável.

O aumento do consumo de energia no país está diretamente relacionado ao crescimento demográfico e ao aumento da renda da população, refletindo no consumo de bens e serviços. De acordo com o Plano Decenal Energético 2017-2026, estima-se que a população brasileira cresça a uma taxa média de 0,7% ao ano, com um acréscimo de aproximadamente 13 milhões de pessoas até 2026 (EPE, 2017). O uso de mecanismos de controle de iluminação, por exemplo, pode melhorar ainda mais a eficiência energética em prédios existentes. Esses mecanismos ajustam o uso de energia com base nos padrões de ocupação e aproveitam as condições de iluminação natural (Borba et al, 2015). No entanto, a matriz energética brasileira ainda é marcada pela dependência de combustíveis fósseis, que representam 50,9% da Oferta Interna

de Energia (OIE), sendo o petróleo e seus derivados (35,1%) e o gás natural (14,7%) as principais fontes (EPE, 2024). Diante desse cenário, estudos sobre eficiência energética desempenham um papel vital para os desafios de sustentabilidade, concentrando-se em melhorias no uso de energia, novas formas de produzir energia limpa e gerenciamento de resíduo. Isso auxilia no desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável e ecologicamente correta (Nižetić et al., 2019).

Segundo estudos e relatórios de organizações internacionais, as unidades de saúde consomem cerca de duas a três vezes mais energia por metro quadrado do que outros tipos de edificações (Hohne; Kusakana; Numbi, 2020). Isso se deve à necessidade de manter equipamentos médicos ligados 24 horas por dia, sete dias por semana, garantindo a segurança e bem-estar dos pacientes. Além disso, o condicionamento térmico adequado, iluminação e sistemas de ventilação específicos também contribuem para o elevado consumo. A energia é fundamental para garantir a qualidade e eficiência dos serviços de saúde, mas seu uso indiscriminado pode impactar negativamente o meio ambiente e representar um alto custo operacional para as instituições (Mendes, 2011).

A eficiência energética é crucial devido ao seu potencial para reduzir o consumo de energia, diminuir gastos e auxiliar na redução de emissões de gases de efeito estufa (Olatunde et al., 2024). As unidades de saúde, sejam públicas ou privadas, como hospitais, clínicas, postos de atendimento, laboratórios de análises clínicas, unidades básicas de saúde e unidades de pronto atendimento, são espaços que demandam um alto consumo de energia.

Implementar práticas sustentáveis e eficientes em energia nas unidades básicas de saúde é uma necessidade financeira e uma responsabilidade ambiental e social. A eficiência energética não se limita à redução de custos operacionais; está diretamente relacionada à qualidade dos serviços prestados (Silva et al., 2024). Investir em tecnologias que melhorem os ambientes e promovam a sustentabilidade proporciona ambientes mais saudáveis para pacientes e profissionais de saúde e contribui para a melhoria geral dos municípios. Além disso, economias obtidas com práticas de eficiência energética podem ser alocadas em outros setores de forma mais adequada.

A eficiência energética desempenha um papel importante na redução do impacto ambiental do setor de saúde. A implementação de sistemas de energia

renovável em instalações de saúde pode gerar uma redução nos custos operacionais e também reduzir as emissões de carbono (Dion; Evans; Farrell, 2023). A transição para fontes de energia renovável, como solar e eólica, ajuda a mitigar impactos ambientais e garante um fornecimento de energia mais estável e resiliente, especialmente em regiões com infraestrutura de energia limitada ou instável. Os resultados apresentados por (Vieira, 2022) sobre um estudo de caso no Hospital Estadual de Itumbiara São Marcos demonstraram os benefícios da implementação de medidas de eficiência energética no ambiente hospitalar. A correção de contratos de demanda, a adoção de modalidades tarifárias mais eficientes e o investimento em sistemas de energia solar fotovoltaica permitiram ao hospital reduzir significativamente os custos e promover a sustentabilidade ambiental.

A sustentabilidade energética não se limita apenas aos aspectos financeiros e ambientais, mas também tem implicações sociais significativas. A implementação de estratégias de design sustentável e a transição para fontes de energia renováveis podem reduzir a pegada de carbono do setor de saúde, proporcionando benefícios substanciais para a saúde pública e o meio ambiente (Hu et al., 2022). Além disso, práticas sustentáveis contribui para mudanças climáticas e reduzem doenças ligadas à poluição.

Essas descobertas ressaltam a importância de promover a eficiência energética e a sustentabilidade no setor de saúde como uma prioridade essencial para o bem-estar das comunidades. A busca pela eficiência energética e sustentabilidade nas unidades de saúde é uma necessidade urgente. Implementar esses projetos é essencial para contribuir na redução dos desperdícios financeiros e promoção sustentabilidade ambiental. Essas iniciativas devem ser cuidadosamente planejadas e baseadas em diagnósticos energéticos detalhados para garantir o máximo benefício econômico, ambiental e social. É importante salientar que as questões ambientais estão diretamente ligadas a energia e não no tipo de instalação. O governo deve atuar como catalisador no desenvolvimento de planos de financiamento para a construção de edifícios de saúde baseados em energia limpa, além de fornecer dados confiáveis para desenvolver modelos que prevejam a construção de edifícios públicos (Bertone et al., 2018). As tecnologias inteligentes podem se tornar muito importantes e úteis para resolver os principais problemas da população e fornecer bases para um futuro sustentável (Nižetić et al., 2019).

## 1.1 PROBLEMÁTICA

A saúde pública historicamente representa um dos setores que mais recebem investimentos no Brasil. De acordo com o Tribunal de Contas da União (2023), em 2023, as despesas empenhadas com a função Saúde que compreendem ações e serviços públicos, excluindo inativos totalizaram R\$ 185 bilhões, equivalentes a cerca de 7% das despesas públicas e 1,7% do Produto Interno Bruto (PIB). Desse montante, o Ministério da Saúde executou R\$ 179,81 bilhões, ultrapassando em R\$ 7,17 bilhões o piso constitucional mínimo de R\$ 172,64 bilhões, o que corresponde a 121,6% do mínimo exigido.

No cenário internacional, estudo do Departamento de Economia da OCDE (Ocké-Reis et al., 2023) indica que o aumento da eficiência dos sistemas de saúde nos países-membros poderia gerar economia de até 2% do PIB. No Brasil, dada a sua dimensão territorial e a complexidade dos serviços, tornar o sistema de saúde mais eficiente é uma prioridade estratégica.

Entre os fatores que influenciam diretamente a eficiência do setor, o consumo de energia elétrica ocupa posição de destaque. O funcionamento ininterrupto de equipamentos médicos, sistemas de climatização, iluminação e refrigeração gera custos operacionais significativos para as unidades de saúde. Quando utilizado de forma ineficiente, esse consumo impacta não apenas os gastos públicos, mas também o meio ambiente, contribuindo para emissões de gases de efeito estufa e outros impactos ambientais negativos. Estudos recentes demonstram que a adoção de práticas de eficiência energética reduz desperdícios, promove sustentabilidade e racionaliza o uso de recursos (Guenfaf; Zafoune, 2023).

Nesse contexto, as Unidades Básicas de Saúde (UBSs) presentes em todo o território nacional desempenham papel central na atenção primária do Sistema Único de Saúde (SUS), por meio de programas como a Estratégia Saúde da Família. Classificadas de I a IV conforme o número de equipes de saúde, essas unidades oferecem serviços essenciais, como consultas médicas, vacinação, curativos, tratamento odontológico e dispensação de medicamentos (Lima et al., 2019; Medeiros; Costa; Cardoso, 2021).

No estado de Santa Catarina, a importância das Unidades Básicas de Saúde (UBSs) é destacada pela estreita colaboração entre o sistema de saúde pública e as instituições de ensino superior, que utilizam essas unidades para estágios e

pesquisas. O município de Araranguá, em particular, possui características que tornam este estudo pertinente: além de abrigar o campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), possui uma infraestrutura robusta e diversificada de atenção primária, permitindo uma análise comparativa entre diferentes modelos de unidades. A escolha desse local também é favorecida pela proximidade do pesquisador, que reside no município, facilitando o acompanhamento técnico e a formulação de soluções locais.

Um aspecto importante a ser considerado é o clima subtropical da área, caracterizado por mudanças sazonais marcantes entre invernos rigorosos e verões quentes. Essa realidade afeta diretamente o uso de energia, especialmente em relação à climatização e à iluminação. Essa situação faz de Araranguá um ambiente propício para analisar como as flutuações climáticas repercutem na eficiência energética das instalações de saúde, além de possibilitar a identificação de oportunidades de melhoria que possam ser aplicadas em diferentes localidades do Brasil.

Considerando a importância desses serviços e a necessidade de uso eficiente dos recursos, esta pesquisa busca identificar e avaliar os principais desafios relacionados ao consumo de energia elétrica nas UBSs, incluindo o controle de cargas, a eficiência dos sistemas de iluminação, a adequação da climatização e o monitoramento do consumo.

A questão central que orienta este estudo é: “Como diagnosticar o desempenho energético de Unidades Básicas de Saúde, utilizando as diretrizes das normas ISO 50001 e ISO 50002, de forma a subsidiar melhorias no uso racional de energia elétrica?”

O objetivo principal é diagnosticar o desempenho energético de UBSs do município de Araranguá (SC), com base nos princípios das normas ISO 50001 e ISO 50002, identificando desperdícios, propondo recomendações técnicas e contribuindo para a sustentabilidade e eficiência desses espaços. Espera-se, com isso, oferecer subsídios que possibilitem a redução de custos operacionais, a otimização do uso dos recursos públicos e o fortalecimento da sustentabilidade no setor público de saúde.

## **1.2 OBJETIVOS**

O presente estudo tem como foco a análise do desempenho energético de Unidades Básicas de Saúde (UBSs), com base nas normas internacionais ISO 50001 e ISO 50002. A partir da aplicação de auditoria energética, busca-se propor recomendações técnicas para melhorar o uso racional de energia elétrica em ambientes públicos de saúde, contribuindo para a sustentabilidade e eficiência desses espaços.

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

Diagnosticar o desempenho energético de Unidades Básicas de Saúde do município de Araranguá (SC), com base nos princípios das normas ISO 50001 e ISO 50002, a fim de propor recomendações técnicas para o uso racional da energia elétrica.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Entre os objetivos específicos, destacaram-se:

- Levantar dados de consumo e identificar os principais equipamentos consumidores de energia elétrica nas UBSs analisadas;
- Verificar as condições técnicas e operacionais dos equipamentos e sistemas elétricos instalados nas unidades de saúde;
- Aplicar os princípios da auditoria energética conforme as diretrizes das normas ISO 50001 e ISO 50002;
- Analisar a legislação vigente sobre gestão de energia elétrica nas esferas federal e estadual;
- Identificar oportunidades de melhoria relacionadas à eficiência energética nas unidades estudadas;
- Apresentar recomendações técnicas que contribuam para a gestão eficiente da energia nas UBSs avaliadas.
- Estimar o potencial de economia de energia com base nas medidas propostas.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O estado de Santa Catarina, assim como outras regiões brasileiras, enfrenta desafios relacionados à infraestrutura energética, especialmente no que diz respeito à distribuição e ao uso eficiente da energia em setores estratégicos (BRITO, 2017). As unidades de saúde, por suas características operacionais, apresentam uma demanda energética significativa, impulsionada por equipamentos médicos, sistemas de climatização e iluminação contínua (BRITO, 2017).

Nesse contexto, a eficiência energética constitui-se em um fator estratégico para o setor da saúde pública. A distribuição de energia representa um componente crítico, com influência direta sobre a sustentabilidade operacional dessas instalações. Considerando os desafios enfrentados pelo setor da saúde quanto ao consumo energético, torna-se urgente abordar essa questão de forma técnica e aprofundada, por meio de estudos e diagnósticos específicos. Estudos indicam que instituições de saúde são responsáveis por uma parcela expressiva do consumo energético global, reforçando a necessidade de sua otimização (THOMPSON, 2016).

Entre os impactos positivos esperados com esta pesquisa, destacam-se:

**Impacto social:** A proposta busca promover ambientes mais seguros e confortáveis para profissionais e pacientes. A redução de custos com energia elétrica pode permitir a realocação de recursos para ações diretamente voltadas ao atendimento da população, contribuindo para a melhoria da saúde pública, em consonância com o Objetivo 3 da Agenda 2030: Saúde e Bem-Estar.

**Impacto econômico:** A diminuição do consumo energético nas UBSs tende a gerar economias significativas para o setor público. Como exemplo, cita-se o projeto de instalação de painéis solares no Hospital Estadual de Itumbiara São Marcos, em 2022, que contou com um investimento inicial de aproximadamente R\$ 3.993.814,00. A instalação de 2.016 painéis foi projetada para gerar cerca de 138.750 kWh/mês, superando o consumo médio do hospital e criando margem para futuras expansões (VIEIRA, 2022). Investimentos desse tipo apresentam retorno a médio prazo, mediante a economia gerada nas contas de energia, possibilitando novos aportes em áreas essenciais da saúde pública, em alinhamento com o Objetivo 7 da Agenda 2030: Energia Limpa e Acessível.

Impacto ambiental: A auditoria energética, aliada à adoção de práticas sustentáveis, contribui para a redução do consumo de energia e das emissões de gases de efeito estufa. A integração de fontes renováveis, como a solar, promove a diminuição do impacto ambiental das unidades de saúde. A abordagem adotada está em consonância com o Objetivo 11 da Agenda 2030: Cidades e Comunidades Sustentáveis, ao propor soluções voltadas para a resiliência e sustentabilidade das instalações públicas de saúde.

A auditoria energética revela-se como um instrumento essencial para diagnosticar o desempenho energético de instalações, permitindo identificar oportunidades de melhoria e propor soluções técnicas viáveis (CASIMIRO, 2013). Além disso, trata-se de uma ferramenta eficaz para a detecção de problemas operacionais, contribuindo para o aumento do conforto dos ocupantes e para a redução do consumo de energia (BENAVIDES, 2014).

Este estudo propõe investigar a aplicação das normas ISO 50001 e ISO 50002 no contexto das UBSs, com o objetivo de adaptar seus princípios à realidade das unidades públicas de saúde brasileiras. Busca-se, ainda, explorar práticas sustentáveis e estratégias eficazes de gestão de energia, capazes de reduzir desperdícios e promover uma operação mais eficiente e economicamente viável.

Por fim, ressalta-se a importância de integrar a educação sobre eficiência energética na formação e capacitação dos profissionais de saúde, como estratégia de longo prazo para consolidar uma cultura institucional voltada à sustentabilidade.

Dessa forma, a justificativa para o desenvolvimento desta dissertação está centrada na necessidade de abordar, de forma sistêmica, os desafios do consumo energético nas UBSs, com foco especial nas condições observadas no município de Araranguá, em Santa Catarina. O estudo visa contribuir com soluções técnicas e estratégicas que respondam às demandas atuais, promovendo melhorias estruturais, operacionais e ambientais nas instalações públicas de saúde.

#### **1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, além desta introdução.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, reunindo os conceitos centrais sobre eficiência energética em edificações públicas de saúde. São discutidas

as normas ISO 50001 e ISO 50002, o ciclo PDCA, políticas públicas relacionadas, e estudos anteriores sobre auditorias energéticas, gestão de energia e sustentabilidade no setor da saúde.

O Capítulo 3 descreve a metodologia da pesquisa, que se caracteriza por uma abordagem aplicada, com realização de visitas técnicas, aplicação de questionários, registros fotográficos e análise documental em Unidades Básicas de Saúde no município de Araranguá (SC). O capítulo detalha as etapas da pesquisa, o tratamento dos dados de consumo energético e as limitações elétricas identificadas.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e discussões, com base na auditoria energética realizada. São analisados os dados coletados sobre consumo mensal e anual, equipamentos utilizados, sistemas de iluminação e climatização. O capítulo também discute as ineficiências identificadas e propõe medidas de melhoria com base na literatura e na metodologia adotada.

Por fim, o Capítulo 5 traz as conclusões e trabalhos futuros, destacando os principais achados da pesquisa e os benefícios das práticas propostas. São indicadas limitações do estudo, sugerida a aplicação da metodologia em outras unidades e propostas ações de capacitação técnica, bem como perspectivas para continuidade e aprofundamento da pesquisa em contextos semelhantes.

## 2. REFERENCIAL TEORICO

### 2.1 Energia e Desenvolvimento Sustentável

O uso sustentável da energia é um dos pilares fundamentais para alcançar a sustentabilidade ambiental e está diretamente alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU). O ODS 7, que visa garantir o acesso universal a energia acessível, confiável, sustentável e moderna, destaca a energia como um direito essencial para o desenvolvimento (Dion, Evans & Farrell, 2022). A crescente necessidade de transição para fontes de energia renováveis reflete o compromisso global com a sustentabilidade, a qual também visa a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Nesse sentido, a Figura 1 destaca os ODS 3, 7, 9, 11, 12 e 13, que apoiam a gestão energética em unidades públicas de saúde, como as UBSs, promovendo integração entre sustentabilidade, inovação e responsabilidade social.

Figura 1 - Energia Sustentável como Pilar dos Objetivos Globais



Fonte: Adaptado de ONU (2025)

Segundo (SAÚDE SEM DANO; ARUP, 2019), em países como Estados Unidos, União Europeia e China, o setor de saúde é responsável por uma significativa parcela das emissões globais de gases de efeito estufa, devido ao elevado consumo de eletricidade e combustíveis, sendo esses três blocos responsáveis por 56% da pegada climática global do setor. (Liu et al, 2020) destacam a importância de implementar medidas de eficiência energética em unidades de saúde para reduzir

seus impactos ambientais e otimizar os custos operacionais. No Brasil, a Lei nº 8.080/1990, conhecida como Lei Orgânica da Saúde, assegura a infraestrutura necessária para o Sistema Único de Saúde (SUS), garantindo o fornecimento contínuo de energia para o funcionamento de equipamentos essenciais à saúde pública. Além disso, a Constituição Federal de 1988, no artigo 196, declara que a saúde é direito de todos e dever do Estado, o que implica garantir uma infraestrutura energética eficiente e segura para assegurar a continuidade dos serviços de saúde.

## **2.2 Eficiência Energética em Unidades de Saúde**

A eficiência energética em unidades de saúde é fundamental devido à alta demanda de energia necessária para o funcionamento de sistemas como climatização, iluminação e equipamentos médicos — elementos indispensáveis à segurança e ao bem-estar dos pacientes. Ghanbari et al. (2019) destacam que o consumo energético nesses ambientes é significativamente superior ao de outros edifícios comerciais, em razão do uso contínuo de equipamentos elétricos e das exigências operacionais específicas do setor de saúde.

O fornecimento contínuo de energia é essencial para manter em funcionamento sistemas como iluminação, ventilação e equipamentos médicos (Nofianto et al., 2020).

Estudos apontam que os sistemas de climatização e iluminação são os principais responsáveis pelo elevado consumo de energia em hospitais brasileiros. Segundo (Santos e Almeida, 2022), aproximadamente 45% do consumo está relacionado ao uso de ar-condicionado, enquanto outros 45% se referem à iluminação e aos equipamentos médicos. Resultados semelhantes foram encontrados por Szklo et al. (2004), ao analisarem o potencial de cogeração no setor hospitalar, e por Toledo e Demajorovic (2016), em estudo realizado no Hospital Naval Marcílio Dias, no Rio de Janeiro. Em instituições como hospitais, clínicas e unidades básicas de saúde, reconhecidas pelo elevado consumo de energia, a gestão eficiente torna-se uma estratégia essencial. Liu et al. (2020) destacam que, nos Estados Unidos, o setor de saúde é responsável por mais de 8% do consumo energético nacional. De modo semelhante, Burch et al. (2021) apontam que, no estado de Victoria, na Austrália, o setor de saúde é o maior consumidor público de energia, evidenciando o seu significativo impacto ambiental e econômico.

Além disso, o alto consumo energético em unidades de saúde contribui significativamente para as emissões de gases de efeito estufa (GEE), sendo responsável por cerca de 4,4% das emissões globais, com destaque para os Estados Unidos, a União Europeia e a China. Liu et al. (2020) apontam que o consumo de eletricidade, gás e combustíveis, aliado ao transporte, à fabricação e ao descarte de produtos, representa mais da metade dessas emissões.

### **2.3 Contextualização e Importância do Consumo Energético em Unidades de Saúde**

As instituições de saúde, quando comparadas a edifícios comerciais e residenciais, apresentam uma demanda energética superior, tanto pela complexidade de suas operações quanto pela necessidade de manter serviços essenciais de forma ininterrupta (Ghanbari et al., 2019). Mesmo em unidades básicas de saúde (UBS), onde há menos equipamentos de alta potência, a busca pela eficiência energética continua sendo prioridade, sobretudo no que diz respeito à sustentabilidade e à redução de custos.

A gestão energética ultrapassa o aspecto econômico: trata-se de utilizar os recursos de maneira racional, contribuindo para a redução de impactos ambientais e para a continuidade dos serviços prestados. Mubarok e Priyatama (2018) destacam que auditorias e práticas voltadas à eficiência energética melhoram a qualidade do atendimento sem comprometer a operação de equipamentos críticos. Essas ações permitem redirecionar recursos para áreas prioritárias, aumentando a capacidade de atendimento e a sustentabilidade institucional.

Liu et al. (2020) também alertam que o setor de saúde está entre os maiores emissores globais de GEE, principalmente devido ao alto consumo de eletricidade e combustíveis. Em períodos de calor intenso, os sistemas de climatização tornam-se responsáveis por grande parte do consumo. Nesse contexto, estratégias como modernização da iluminação, otimização da climatização e automação de sistemas são essenciais.

Segundo o National Renewable Energy Laboratory (NREL), tais soluções podem reduzir em até 30% os custos operacionais. Mais do que economia, esses avanços refletem um compromisso institucional com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental (NREL, 2008).

## **2.5 Eficiência Energética em Unidades de Saúde**

Um dos principais desafios enfrentados pelas unidades de saúde é garantir o fornecimento ininterrupto de energia para a operação de equipamentos médicos críticos como ventiladores, monitores cardíacos e sistemas de suporte à vida. Qualquer interrupção no fornecimento pode colocar vidas em risco. Por isso, as ações de eficiência energética devem ser planejadas com o objetivo de aumentar a sustentabilidade sem comprometer a confiabilidade dos sistemas (Dion, Evans & Farrell, 2023).

Outro desafio relevante é a complexidade dos sistemas existentes nesses ambientes. A diversidade de equipamentos e a necessidade de manter condições ambientais rigorosamente controladas, como temperatura e umidade, elevam o consumo de energia. Portanto, a gestão eficiente dos recursos torna-se essencial para garantir a operação segura e confortável dos espaços hospitalares.

A realização de auditorias energéticas é uma ferramenta estratégica para enfrentar esses desafios. Segundo Ceballos & Zambrano (2022), tais auditorias permitem analisar os dados de consumo, identificar falhas, detectar oportunidades de melhoria e facilitar a adoção de tecnologias de automação que aumentam a eficiência energética.

Além disso, a integração de fontes renováveis, como energia solar e eólica, representa uma oportunidade promissora para reduzir a dependência de fontes tradicionais e, conseqüentemente, os custos operacionais. Programas de capacitação e conscientização dos colaboradores também são fundamentais, pois mudanças de comportamento e o uso consciente da energia podem gerar impactos positivos significativos (Araújo et al., 2018)

Assim, embora os desafios para a eficiência energética em unidades de saúde sejam diversos e complexos, as oportunidades e os benefícios são igualmente relevantes. A adoção de tecnologias avançadas, associada a estratégias eficazes de gestão e educação institucional, pode proporcionar ganhos substanciais em sustentabilidade, desempenho operacional e economia (Ceballos et al., 2022).

## **2.4 Políticas e Normas sobre Eficiência Energética**

A eficiência energética tem se consolidado como um pilar essencial para a construção de um futuro sustentável, sendo um foco central de políticas energéticas

tanto globais quanto nacionais. A transição para fontes de energia renováveis e a melhoria da eficiência no uso da energia são questões-chave em diversas iniciativas globais e locais, refletindo a crescente conscientização sobre a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e mitigar os impactos ambientais.

O Acordo de Paris (BRASIL, 2017) é um marco global que visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa, estabelecendo compromissos para a transição para uma economia de baixo carbono, com ênfase no uso de fontes renováveis. Este acordo exemplifica como a eficiência energética está ligada à sustentabilidade econômica e ambiental.

A União Europeia adota uma abordagem abrangente para a eficiência energética, enfatizando seu papel vital na segurança energética e na competitividade econômica. Segundo a Comissão Europeia (2020), "A eficiência energética deve ser considerada um combustível invisível que impulsiona a segurança energética, reduz as emissões e promove a competitividade econômica dos países". Este conceito sublinha a eficiência energética como uma estratégia econômica crucial, tanto para reduzir custos quanto para melhorar a sustentabilidade a longo prazo.

A China, como líder mundial em investimentos em energias renováveis, tem se destacado na promoção de tecnologias inovadoras, especialmente na área de armazenamento de energia e eficiência energética. A International Energy Agency (IEA, 2021) afirma que "A China lidera os investimentos em energia renovável, impulsionando a inovação em tecnologias de armazenamento e eficiência energética para garantir um crescimento sustentável e reduzir a dependência de combustíveis fósseis". A China tem se posicionado como um exemplo global de inovação tecnológica voltada para a sustentabilidade.

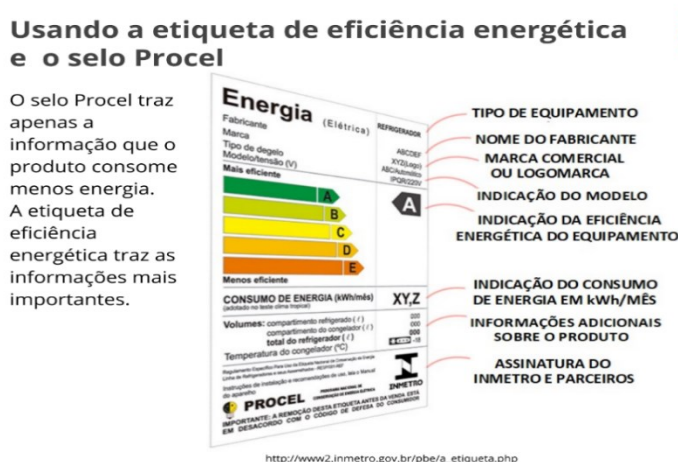
No contexto brasileiro, o Plano Nacional de Energia 2050 (EPE, 2020) destaca a necessidade de diversificar a matriz energética, fortalecendo as fontes renováveis e reduzindo a vulnerabilidade às mudanças climáticas, especialmente com relação à geração hidrelétrica. Este plano estabelece diretrizes fundamentais para o futuro energético do Brasil, priorizando a eficiência e a sustentabilidade.

O PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), lançado em 1985, tem sido um dos principais instrumentos do Brasil na promoção da eficiência energética. O Ministério de Minas e Energia (2019) afirma que "A conservação de energia elétrica é uma estratégia fundamental para otimizar o uso dos

recursos energéticos do país, promovendo economia e redução de impactos ambientais". O PROCEL busca reduzir o desperdício de energia e incentivar o consumo racional, com impactos positivos em toda a sociedade.

O PROCEL, parte do Programa de Eficiência Energética (PEE), visa promover o uso racional de energia elétrica, destacando eletrodomésticos eficientes com o Selo PROCEL e oferecendo o Observatório do PEE (OPEE) para apoiar projetos e decisões de investimento em eficiência energética (ANEEL, 2020). Como exemplo da Figura 2

Figura 2- Selo PROCEL



Fonte: Pavani (2021).

Além disso, a política nacional sobre mudança do clima (Lei nº 12.187/2009) reforça o compromisso do Brasil com a eficiência energética, estabelecendo diretrizes para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e promovendo o uso de energias renováveis como uma forma eficaz de combater as mudanças climáticas.

## 2.5 Legislação e Normas Brasileiras Aplicáveis à Gestão de Energia

Além das diretrizes internacionais, como a ISO 50001, o Brasil conta com um conjunto robusto de legislações e normas técnicas que incentivam a eficiência energética e orientam a gestão racional do consumo de energia, inclusive em ambientes com alta demanda, como as unidades de saúde.

A Lei Federal nº 10.295/2001, que institui a *Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia*, estabelece diretrizes e critérios mínimos de desempenho energético para equipamentos e edificações, com o objetivo de reduzir o desperdício e o consumo excessivo de energia no país. Vinculado a essa política, o Programa

Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo INMETRO, avalia a eficiência energética de diversos produtos e orienta o consumidor para escolhas mais conscientes.

No setor de edificações, destaca-se o PROCEL Edifica, programa voltado à disseminação de práticas sustentáveis no ambiente construído. Como apoio técnico, a ABNT NBR 16274:2014 trata do diagnóstico energético em edificações, sendo uma ferramenta essencial para identificar oportunidades de melhoria no desempenho energético.

A versão nacional da norma internacional de gestão de energia, a ABNT NBR ISO 50001:2018, orienta a implementação de Sistemas de Gestão de Energia (SGE) nas organizações. Essa norma estabelece um modelo de melhoria contínua baseado em dados, com foco na redução do consumo, dos custos e dos impactos ambientais.

De forma complementar, a ABNT NBR 50002:2014 normatiza os diagnósticos energéticos, fornecendo diretrizes para a realização de auditorias energéticas técnicas, sistemáticas e padronizadas. Isso permite mapear com precisão os pontos críticos de consumo em instituições como hospitais e clínicas.

No campo da climatização — uma das principais fontes de consumo energético em ambientes hospitalares — destaca-se a Lei nº 13.589/2018, que regulamenta a manutenção de sistemas de ar-condicionado em ambientes de uso coletivo, exigindo práticas adequadas de operação e manutenção, com vistas à qualidade do ar e à eficiência energética.

Com relação às fontes renováveis, merecem destaque legislações estaduais recentes, como a Lei nº 18.381/2022, que promove incentivos à instalação de sistemas de energia solar fotovoltaica, e a Lei nº 18.350/2022, que estabelece ações voltadas à sustentabilidade energética, conforme o contexto de cada estado.

Por fim, a Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021 consolida as normas referentes à eficiência energética no setor elétrico, incluindo a obrigatoriedade de ações por parte das concessionárias de energia elétrica.

A articulação entre essas leis e normas compõe um marco regulatório consistente, que favorece a adoção de práticas sustentáveis em unidades de saúde. Sua aplicação contribui para a conformidade legal, a redução de custos operacionais, a melhoria do desempenho energético e a promoção da sustentabilidade ambiental e financeira do setor.

## 2.6 Normas ISO 50001 e ISO 50002

As normas ISO 50001 e ISO 50002 são pilares fundamentais no tema de gerenciamento de energia. A ISO 50001, publicada originalmente em 15 de junho de 2011 e revisada em 21 de agosto de 2018, estabelece os requisitos para um Sistema de Gestão de Energia (SGE), permitindo que organizações de qualquer porte e setor implementem uma abordagem sistemática para alcançar a melhoria contínua do desempenho energético, incluindo a eficiência energética, o uso e o consumo de energia. Seu principal motivo de criação foi atender à crescente demanda global por práticas de gestão de energia mais sustentáveis e eficazes, impulsionada pela preocupação com as mudanças climáticas, a segurança energética e a necessidade de reduzir custos operacionais. Enquanto a norma ISO 50002 foi publicada em 15 de julho de 2014, complementando a ISO 50001. Ela fornece diretrizes específicas para a realização de auditorias energéticas. Essas auditorias são essenciais para identificar oportunidades de melhoria no desempenho energético, fornecendo dados e informações necessárias para a tomada de decisões no âmbito do SGE. Dado o interesse do presente trabalho, a aplicação destas normas em unidades básicas de saúde, oferece um caminho estruturado para otimizar o uso da energia, reduzir custos operacionais e minimizar impactos ambientais, promovendo práticas sustentáveis e responsáveis (Ghanbari et al., 2019).

A ISO 50001 propõe uma análise sistemática do consumo energético e a definição de metas claras de desempenho. Em ambientes hospitalares, isso possibilita o mapeamento de áreas críticas — como climatização, iluminação e equipamentos médicos — e a implementação de ações específicas para sua otimização. Estudos práticos, como os realizados no Pavilhão Garuda RSUP Dr. Kariadi, demonstram que a realização de auditorias energéticas regulares, conforme os parâmetros da norma, permite identificar desperdícios e propor medidas corretivas com impacto direto na sustentabilidade financeira e ambiental das instituições (Nofianto et al., 2020). Dentre as medidas frequentemente adotadas, destacam-se a substituição de lâmpadas fluorescentes por LEDs, o ajuste de sistemas de climatização e a reconfiguração de processos operacionais. Além disso, indicadores como a Intensidade de Consumo de Energia (IKE) tornam-se ferramentas valiosas para o acompanhamento do desempenho energético, permitindo uma gestão mais eficiente e baseada em dados concretos. A análise contínua desses indicadores possibilita o planejamento

estratégico do consumo, alinhando-se aos objetivos de qualidade e sustentabilidade das unidades de saúde.

Dessa forma, a aplicação da ISO 50001, aliada à realização periódica de auditorias energéticas, constitui um pilar essencial para alcançar a eficiência energética em instituições de saúde, contribuindo para a redução de custos, o cumprimento das exigências ambientais e a melhoria dos serviços prestados. Ambas as normas ISO 50001 e ISO 50002, configuram-se como ferramentas essenciais para a gestão energética e a promoção da eficiência nas organizações. A ISO 50001 estabelece os requisitos para o planejamento, implementação, monitoramento e melhoria de um Sistema de Gestão de Energia (SGE), com o objetivo de reduzir custos operacionais e emissões (Miriam A., 2014). Essa norma segue o ciclo Planejar-Fazer-Verificar-Agir (PDCA), a sigla vem do termo em inglês: *Plan, Do, Check and Act*. Amplamente utilizado para otimizar a utilização da energia e promover a melhoria contínua, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Método PDCA.



Fonte: fcapjr.com.br

Segundo Eraikin Energy (2022), a implementação de sistemas de gestão energética, conforme a ISO 50001, tem impacto direto na eficiência das organizações, permitindo um gerenciamento mais eficaz dos recursos energéticos e fortalecendo a sustentabilidade operacional.

A norma ISO 50002, por sua vez, estabelece diretrizes para auditorias energéticas sistemáticas, padronizadas e eficazes, promovendo uma avaliação detalhada do desempenho energético. Conforme Zadey, Chafle e Lilhahre (2016), a adoção de metodologias sistemáticas para auditoria energética contribui significativamente para a avaliação do desempenho de equipamentos e instalações.

O PROCEL também atua em consonância com essas diretrizes, promovendo ações de eficiência energética em diversos segmentos da economia. Segundo BIZ (2015), o programa contribui para a economia de energia elétrica e para o fortalecimento das políticas públicas voltadas à conservação e eficiência no Brasil.

De acordo com Loaiza-Pereira (2020), o sucesso na implementação de políticas energéticas depende do comprometimento da alta gestão, que deve liderar ações financeiras e operacionais. O planejamento estratégico é igualmente relevante, devendo estar alinhado à política energética institucional para garantir a melhoria contínua do desempenho energético.

A ISO 50001 é aplicável a qualquer tipo de organização, independentemente do porte ou setor, sendo uma ferramenta fundamental para assegurar a melhoria contínua da eficiência energética (Miriam A., 2014). Sua adoção impacta diretamente a performance energética, reduzindo custos e promovendo sustentabilidade (Eraikin Energy, 2022).

Outro aspecto essencial é a qualidade da energia elétrica. Estudos como o de Chávez (2021) apontam que a avaliação da qualidade da energia em ambientes hospitalares é vital para garantir segurança e conforto durante os tratamentos. Já Walter (2017) identificou que melhorias na qualidade da energia elétrica no Hospital Luis Vernaza foram decisivas para a confiabilidade dos equipamentos médicos e a segurança dos pacientes.

Para compreender de forma mais clara as diferenças e complementaridades entre as normas ISO 50001 e ISO 50002, é fundamental realizar uma análise comparativa de seus principais aspectos. A ISO 50001 é amplamente reconhecida por estabelecer diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE), com foco na melhoria contínua do desempenho energético das organizações.

Já a ISO 50002 atua de forma complementar, oferecendo orientações específicas para a condução de auditorias energéticas detalhadas, que podem subsidiar o processo de gestão estabelecido pela ISO 50001. O Quadro 1 apresenta

a relação de normas da família ISO 50000 que são complementares a ISO 50001 (FOSSA et al, 2018; BELCHIOR, et al, 2023)

Quadro 1 - Resumo das normas da família ISO 50000, complementares a ISO 50001.

Norma	Descrição
ABNT NBR ISO 50001	Sistemas de gestão da energia – Requisitos com orientação para uso. Esta é a norma central da série. Ela especifica os requisitos para estabelecer, implementar, manter e melhorar um Sistema de Gestão de Energia (SGE), permitindo que uma organização alcance a melhoria contínua do desempenho energético.
ABNT NBR ISO 50002	Auditorias energéticas – Requisitos com orientação para uso. Fornece diretrizes sobre como realizar auditorias energéticas em organizações, identificando oportunidades de melhoria no desempenho energético.
ABNT NBR ISO 50003	Sistemas de gestão de energia – Requisitos para organismos de auditoria e certificação de sistemas de gestão de energia. Estabelece os requisitos para os organismos que realizam auditorias e certificam sistemas de gestão de energia, garantindo a credibilidade do processo de certificação da ISO 50001.
ABNT NBR ISO 50004	Sistema de gestão da energia – Guia para implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão da energia da ABNT NBR ISO 50001. Oferece um guia prático para as organizações sobre como implementar, manter e melhorar seu SGE, complementando a ISO 50001.
ABNT NBR ISO 50006	Sistemas de gestão de energia – Medição do desempenho energético usando linhas de base energéticas e indicadores de desempenho energético. Princípios gerais e orientações. Fornece orientações sobre como medir o desempenho energético, utilizando conceitos como linhas de base energéticas e indicadores de desempenho energético.
ABNT NBR ISO 50007	Sistemas de gestão de energia – Diretrizes para o desenvolvimento e implementação de sistemas de medição e verificação para projetos de melhoria da eficiência energética. Ajuda as organizações a estabelecerem estes sistemas para quantificar os resultados de seus projetos de melhoria de eficiência energética.
ABNT NBR ISO 50015	Sistemas de gestão de energia – Medição e verificação do desempenho energético das organizações – Princípios gerais e orientações. Apresenta princípios e orientações gerais para a medição e verificação do desempenho energético em uma organização.

Fonte: Autor, 2025

## **2.9 PLANEJAMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA SEGUNDO A ISO 50001**

A norma ISO 50001:2018 estabelece uma estrutura internacional padronizada para a gestão da energia, com o objetivo de melhorar continuamente o desempenho energético das organizações. Essa norma orienta a criação de políticas energéticas, a definição de metas, o uso de dados confiáveis para a tomada de decisões e a implementação de práticas sustentáveis de operação e manutenção.

De acordo com Bovkun et al. (2021), a ISO 50001 é essencial para o controle eficaz do consumo energético, promovendo a eficiência dos processos organizacionais. Sua aplicação, entretanto, deve ir além da obtenção de certificações formais. Os autores alertam para o risco de que a norma seja tratada como um procedimento meramente burocrático, sem efetiva internalização da cultura de gestão energética. O sucesso do planejamento energético, segundo eles, depende fortemente do engajamento humano e da cultura organizacional, especialmente em contextos que valorizam o comprometimento coletivo, como observado em empresas japonesas.

A importância do planejamento estruturado também é destacada por Chen et al. (2025), que analisaram a aplicação da ISO 50001 no Hospital da Universidade Médica da China (CMUH). A instituição implementou, desde 2015, uma gestão energética integrada a outras normas (ISO 14064 e ISO 46001), obtendo resultados expressivos como a redução de 5% no consumo total de energia e uma economia anual superior a 3 milhões de kWh. Esses resultados reforçam que a ISO 50001 não apenas melhora a eficiência operacional, mas também contribui diretamente para metas globais de sustentabilidade, como a neutralidade de carbono.

Complementando essa visão, Castrillón & Quintero (2018) destacam que o planejamento energético é o núcleo do Sistema de Gestão de Energia (SGE), pois envolve a definição da linha de base energética, a escolha de indicadores de desempenho, a identificação dos usos significativos de energia e a formulação de metas específicas, sempre alinhadas à política energética da organização. A experiência da universidade estudada pelos autores mostra que é possível modelar o comportamento energético institucional de forma sistemática, aplicando os critérios da ISO 50001 com resultados concretos.

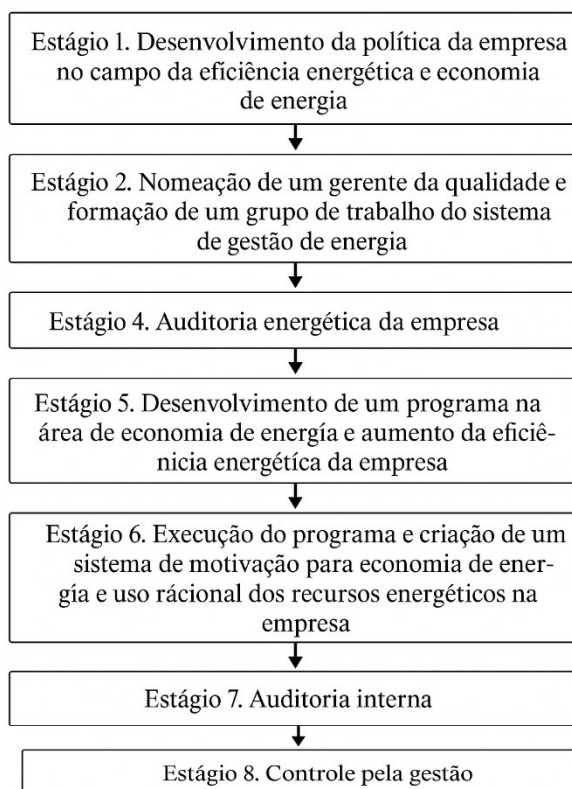
Assim, o planejamento energético baseado na ISO 50001 deve ser entendido como um processo técnico, estratégico e contínuo, que alinha a eficiência energética, a sustentabilidade ambiental e a governança organizacional

### 2.9.1 Passo a Passo para Implantar ISO 50001 em Unidades Básicas de Saúde (UBS)

Embora a norma ISO 50001 tenha sido amplamente adotada por grandes instituições e setores industriais, sua aplicação em ambientes da saúde pública, como Unidades Básicas de Saúde (UBS), apresenta um potencial significativo para promover o uso racional da energia elétrica e a redução de custos operacionais. Bovkun et al. (2021) propõem um modelo de planejamento dividido em oito etapas, que pode ser adaptado à realidade das UBS.

O Diagrama 1 ilustra essas oito etapas do modelo proposto por Bovkun et al. (2021).

Diagrama 1: oito etapas do planejamento e implantação do SGE



Fonte: Bovkun et al. (2021)

A experiência do Hospital da Universidade Médica da China (Chen et al., 2025) demonstra que a adoção da ISO 50001, mesmo em contextos complexos como o hospitalar, pode gerar benefícios ambientais, econômicos e operacionais. O mesmo raciocínio pode ser aplicado às UBS, desde que haja comprometimento institucional e planejamento adequado.

Por fim, como apontam Castrillón & Quintero (2018), o sucesso do planejamento energético depende da clareza na definição dos objetivos, da consistência dos dados coletados e da capacidade da organização de integrar o sistema de gestão de energia às suas rotinas de funcionamento.

## **2.9 TRABALHOS RELACIONADOS**

A eficiência energética no setor da saúde tem recebido atenção crescente nas últimas décadas, especialmente diante da busca global por sustentabilidade, redução de custos operacionais e alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Entre os diversos instrumentos disponíveis para a gestão sistemática da energia, destaca-se a norma ISO 50001, que se apresenta como uma ferramenta estratégica com grande potencial de aplicação em ambientes complexos, como hospitais, clínicas e centros de saúde.

A maioria dos estudos encontrados na literatura concentra-se em hospitais de médio e grande porte, onde há maior complexidade estrutural e disponibilidade de dados técnicos, como consumo setorial detalhado, medições em tempo real e utilização de tecnologias de automação. No entanto, observa-se uma lacuna significativa no que se refere à aplicação de práticas de eficiência energética em Unidades Básicas de Saúde (UBS), especialmente em municípios de médio porte, como é o caso de Araranguá (SC).

O presente trabalho se diferencia por aplicar os princípios da auditoria energética, com base na ISO 50001, em UBSs, enfocando a percepção dos profissionais de saúde sobre o uso da energia, a análise de equipamentos e iluminação, bem como o levantamento do consumo energético total, a partir dos dados fornecidos pela concessionária local (Celesc). Embora a limitação de dados técnicos tenha restringido análises setoriais mais detalhadas, a abordagem qualitativa, por meio da aplicação de questionários aos responsáveis técnicos (enfermeiros) das unidades, possibilitou mapear práticas existentes, identificar oportunidades de

melhoria e promover a conscientização sobre o uso racional da energia aspecto frequentemente negligenciado em ambientes públicos de menor porte.

Entre os estudos que mais se aproximam da proposta deste trabalho, destacam-se:

- Ceballos e Zambrano (2022) e Dion, Evans e Farrel (2022), que utilizam a ISO 50001 como base para discutir tanto as potencialidades quanto as barreiras institucionais à sua implementação em instituições de saúde;
- Mubarok e Priyatama (2018), cuja auditoria energética prática abordou sistemas de iluminação e climatização, apresentando resultados expressivos de economia com medidas relativamente simples contexto semelhante ao das UBSs analisadas;
- Zadey, Chafle e Lilhahre (2016), que reforçam a importância das avaliações técnicas mesmo em cenários com infraestrutura limitada ou escassez de dados, situação semelhante à enfrentada neste estudo.

Dessa forma, este trabalho busca contribuir para o avanço do campo da eficiência energética em instituições de saúde ao investigar um ambiente ainda pouco explorado na literatura: as Unidades Básicas de Saúde, cuja realidade operacional e orçamentária difere substancialmente da dos grandes hospitais, mas que representam uma parcela essencial da rede pública de atendimento.

### **2.9.1 REVISÃO DA LITERATURA**

A pesquisa bibliográfica foi conduzida nas bases de dados internacionais Scopus, Emerald, IEEE Xplore e Web of Science, com o objetivo de identificar estudos relacionados à eficiência energética em instituições de saúde, especialmente aqueles que utilizam a ISO 50001 ou a ISO 50002 como referencial metodológico.

A *string* de busca foi adaptada para cada uma das bases pesquisadas, conforme está disponibilizadas no Quadro 2

Quadro 2 - Bases de dados e resultados.

<b>Base de Dados</b>	<b>String de Busca</b>	<b>Quantidade de Artigos</b>
Scopus	<i>(("ENERGY AUDIT" OR "ENERGY EFFICIENCY") AND ("HOSPITAL BUILDING" OR "HOSPITALS" OR "CLINIC" OR "CLINICS") AND ("ISO 50001" OR "ISO 50002"))</i>	5 artigos
Web of Science	<i>(("ENERGY AUDIT" OR "ENERGY EFFICIENCY") AND ("HOSPITAL BUILDING" OR "HOSPITALS" OR "CLINIC" OR "CLINICS") AND ("ISO 50001" OR "ISO 50002"))</i>	14 artigos
Emerald	<i>(("ENERGY AUDIT" OR "ENERGY EFFICIENCY") AND ("HOSPITAL BUILDING" OR "HOSPITALS" OR "CLINIC" OR "CLINICS") AND ("ISO 50001" OR "ISO 50002"))</i>	16 artigos
IEEE Xplore	<i>energy AND audit AND (hospital OR hospitals)</i>	14 artigos
<b>Total</b>	—	<b>49 artigos</b>

Fonte: próprio Autor.

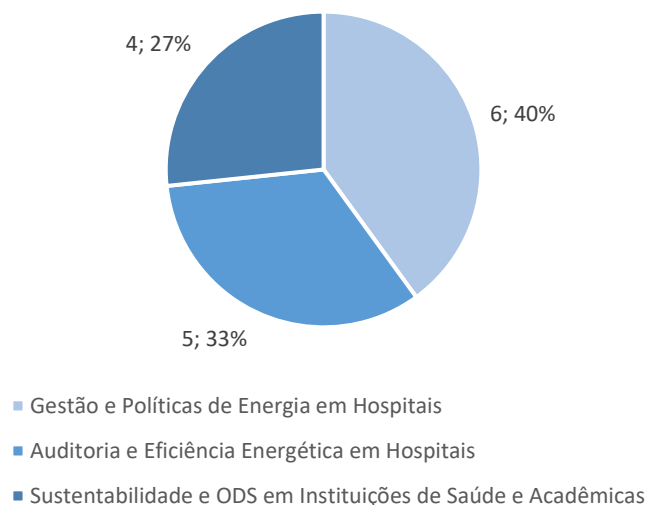
Ao todo, foram identificados 49 artigos potenciais. No entanto, após análise dos títulos, resumos e, quando necessário, do texto completo, foram excluídos os estudos que não abordavam a eficiência energética no setor da saúde ou que não utilizavam as normas ISO 50001 ou ISO 50002 como base metodológica.

Foram selecionados 15 trabalhos alinhados aos objetivos deste estudo, tanto em termos metodológicos quanto em relação ao contexto institucional. A seção a seguir apresenta os principais estudos analisados, destacando seus objetivos, metodologias empregadas e resultados relevantes.

### **2.9.2 Distribuição dos Trabalhos por Eixo Temático na Revisão de Literatura**

Os 15 trabalhos selecionados nas bases de dados investigadas foram classificados em três áreas a partir das similaridades de conteúdo para facilitar a análise e entendimento da atuação na literatura científica sobre o tema de interesse da dissertação. A Figura 5 apresenta um gráfico com a distribuição dos trabalhos nestas áreas.

Figura 4 - Distribuição dos trabalhos por áreas.



Fonte: próprio Autor.

### 2.9.3 Gestão e Políticas de Energia em Hospitais

Esta seção aborda a implementação de práticas e políticas para gerenciar o consumo de energia em hospitais de forma eficiente e sustentável. Inclui a avaliação de desafios institucionais e operacionais, a proposição de diretrizes baseadas em normas como a ISO 50001, e o desenvolvimento de planos de ação para promover a sustentabilidade energética. Os estudos encontrados nessa área, disponibilizados na Quadro 3, visam otimizar o uso de energia, reduzir custos operacionais e mitigar impactos ambientais, através da integração de fontes renováveis e da melhoria contínua dos processos de gestão.

Quadro 3 -Gestão e Políticas de Energia em Hospitais.

Gestão e Políticas de Energia em Hospitais			
Referência (Autor, Ano)	Objetivo do Estudo	Local e Metodologia	Resultados Relevantes (Detalhados)
<b>Rodriguez, et al (2020)</b>	Analisar a base e direção dos esforços de sustentabilidade em hospitais públicos espanhóis por meio do marketing social a montante	Estudo com abordagem qualitativa semi-indutiva, baseado em entrevistas com gestores de hospitais públicos espanhóis com conhecimento em sustentabilidade institucional	A pesquisa mostrou que as iniciativas sustentáveis são heterogêneas, sem padronização. Concluiu-se que o marketing social a montante, com foco macroestrutural, é essencial para transformar cultura organizacional e consolidar o desenvolvimento sustentável no setor público de saúde. Recomendou planejamento estratégico e participação coletiva como pilares de mudança

<b>Ceballos &amp; Zambrano (2022)</b>	Relatar medidas energéticas no Hospital de Jipijapa baseadas na ISO 50001	Hospital Jipijapa, Equador. Revisão bibliográfica, análise documental e abordagem qualitativa interpretativa	Constatou-se que o setor de saúde enfrenta limitações em gestão energética. A ISO 50001, mesmo com baixos níveis de consumo, mostrou potencial para otimizar o uso de energia e reduzir impactos ambientais. O estudo recomenda políticas mais estruturadas e formação especializada
<b>D'Andreamatteo et al. (2023)</b>	Melhorar o desempenho energético hospitalar por meio de parceria público-privada e obtenção da ISO 50001:2018	Hospital Universitário de Siena (Itália). Projeto com criação de comitê de controle público-privado, planejamento participativo e implementação por etapas	A parceria público-privada de 16 anos resultou na certificação ISO 50001:2018. O hospital iniciou a transição ecológica com estrutura de governança clara, envolvimento institucional e metas alinhadas à sustentabilidade. A experiência foi considerada referência em gestão energética hospitalar
<b>Firdaus et al. (2023)</b>	Sistematizar e comparar estratégias de manutenção com foco em eficiência energética e uso da ISO 50001	Revisão bibliográfica com categorização de três estratégias de manutenção: baseada em inspeção (IBM), em tempo (TBM) e em condição (CBM)	A análise mostrou que CBM e TBM são mais eficazes que a IBM por usarem dados e prognósticos energéticos para planejar manutenções. O artigo propôs um modelo para profissionais aplicarem essas estratégias como medidas de conservação energética sob a ISO 50001. A abordagem CBM foi destacada como mais robusta para reduzir perdas e otimizar o desempenho energético
<b>Dion, Evans e Farrell (2023)</b>	Propor um roteiro sustentável de gestão energética hospitalar alinhado aos ODS da ONU	Hospitais da região MENA. Revisão de literatura e análise de oito estudos de caso, com foco em consumo energético, tecnologias verdes e ISO 50001	Foram identificadas lacunas em políticas públicas e falta de cultura organizacional voltada à sustentabilidade. As propostas incluem: planos de gestão, adoção de energias renováveis, tecnologias de baixo consumo e treinamento de equipes. A gestão eficiente contribui diretamente para a qualidade hospitalar e redução de custos operacionais

Fonte: autor, 2025

#### 2.9.4 Auditoria e Eficiência Energética em Hospitais

Focada na análise detalhada do consumo de energia em diferentes áreas hospitalares, esta área envolve a realização de auditorias energéticas para identificar desperdícios e ineficiências. Os trabalhos propõem planos de expansão e modernização dos sistemas elétricos, avaliam o impacto de intervenções como a substituição de equipamentos por modelos mais eficientes (por exemplo, lâmpadas LED) e a implementação de sistemas de controle inteligente. O objetivo é reduzir o consumo de energia, garantir o conforto dos usuários e promover a economia de recursos. Quadro 4 apresenta um resumo dos trabalhos encontrados nesta área.

Quadro 4 – Artigos da área de auditoria e eficiência energética em hospitais.

<b>Auditoria e Eficiência Energética em Hospitais</b>			
Referência (Autor, Ano)	Objetivo do Estudo	Local e Metodologia	Resultados Relevantes (Mais Detalhados)
<b>Arya et al. (2016)</b>	Desenvolver plano de ação para reduzir desperdício de energia em universidades técnicas	Universidade técnica na Ásia. Auditorias preliminar (1 ano) e detalhada (14 dias), análise de equipamentos e práticas de consumo	A implementação de 5 recomendações práticas (automação, reestruturação, campanhas de conscientização etc.) gerou até 95% de economia no consumo energético, mostrando impacto significativo de ações de baixo custo associadas à mudança de comportamento
<b>Zadey, Chafle e Lilhaire (2016)</b>	Realizar auditoria energética com foco na eficiência dos sistemas HVAC e iluminação	Hospital AVBRH, Índia. Uso de sensores de temperatura e umidade, medidores de vazão, registradores de dados e análise do consumo por equipamento	O sistema HVAC representava 45% do consumo do hospital, enquanto a iluminação 10%. A substituição do sistema de ar-condicionado por modelos mais eficientes, e o redesenho da iluminação com sensores de presença, foram apontados como medidas prioritárias de economia e conforto térmico
<b>Mubarak e Priyatama (2018)</b>	Realizar auditoria energética para identificar medidas de economia no hospital, sem comprometer o conforto dos usuários	Hospital Panti Rapih, Indonésia. Auditoria inicial e detalhada com medições de temperatura, lux, análise da ECI e estudo da carga elétrica. Uso de sensores Arduino e sistemas híbridos solares e eólicos	A intensidade de consumo energético foi reduzida de 195.731 para 143.612 kWh/m <sup>2</sup> /ano. Implementações como lâmpadas LED, sensores de presença e refrigeração eficiente geraram economia de 1.373.376 kWh/ano, mostrando viabilidade técnica e econômica de fontes renováveis híbridas em hospitais
<b>Ghanbari et al. (2019)</b>	Reduzir o consumo e as emissões por meio da integração de sistemas de geração como CHP e cenários de demanda	Hospital Noorndjat, Tabriz, Irã. Simulações com dados reais do hospital, análise de viabilidade econômica e energética de três cenários	A cogeração (CHP) atendeu 99% da carga elétrica e 98,1% da térmica, reduzindo drasticamente os custos operacionais e as emissões. Os sistemas solares não foram considerados viáveis economicamente. O hospital obteve alta independência energética com baixo custo por kWh gerado
<b>Nofianto et al. (2020)</b>	Avaliar o consumo de energia elétrica em diferentes ambientes hospitalares e propor intervenções baseadas em padrões de iluminação	Hospital RSUP Dr. Kariadi, Indonésia. Medições de lux em salas de radiologia, quartos e policlínica, com cálculo de IKE (Intensidade de Consumo de Energia)	A sala de radiologia representava 76% do consumo total. A substituição de lâmpadas fluorescentes por LED de acordo com padrões do Ministério da Saúde resultou em economia mensal de até 2.833,66 kWh, garantindo níveis adequados de conforto e segurança

Fonte: Autor, 2025

### 2.9.5 Sustentabilidade e ODS em Instituições de Saúde e Acadêmicas

Esta seção engloba estudos que visam alinhar as práticas de gestão de energia e sustentabilidade com os ODS, tanto em hospitais quanto em instituições acadêmicas. Inclui a proposição de ações para promover a sustentabilidade

energética, a análise da relevância das normas ISO em relação aos ODS, e a promoção de uma cultura organizacional voltada à sustentabilidade. Os trabalhos nessa área buscam integrar a sustentabilidade em todas as dimensões da instituição, desde a gestão de energia até a responsabilidade social e ambiental. O Quadro 5 apresenta os trabalhos relacionados e que foram categorizados nesta área de atuação.

Quadro 5 – Artigos da área de sustentabilidade e ODS em instituições de saúde e acadêmicas.

<b>Sustentabilidade e ODS em Instituições de Saúde e Acadêmicas</b>			
Referência (Autor, Ano)	Objetivo do Estudo	Local e Metodologia	Resultados Relevantes (Mais Detalhados)
<b>Li et al. (2020)</b>	Otimizar o desempenho de um sistema de aquecimento solar de água usando sensores IoT e controle inteligente	Edifício comercial em Cingapura. Sistema IoT com sensores de temperatura, fluxo de água e radiação solar. Testes experimentais com estratégias de controle	A aplicação de estratégias de controle inteligente aumentou significativamente a eficiência do sistema SWH. Os dados em tempo real permitiram ajustes dinâmicos, resultando em redução de custos operacionais e maior aproveitamento da energia solar disponível
<b>Jemmad, Hmidat e Saad (2019)</b>	Desenvolver um Indicador para Benchmarking de Energia (IEB) aplicável a ambientes hospitalares	Dois hospitais universitários no Marrocos, com foco no departamento de esterilização central. Aplicação da ISO 50001:2018 e EN 16231:2012	O IEB adimensional permitiu avaliar eficiência sem necessidade de histórico extenso de dados. Mostrou-se útil para detectar ineficiências e comparar desempenho energético entre setores hospitalares semelhantes. A ferramenta foi validada e recomendada para hospitais com baixa maturidade energética
<b>Ronalter et al (2023)</b>	Analisar a relevância das normas de sistemas de gestão (MSSs) da ISO em relação à sustentabilidade e aos ODS, com foco na produção acadêmica	Análise bibliométrica estruturada em três etapas: mapeamento de normas ISO, busca na base Scopus e análise de coocorrência de palavras-chave e desempenho de publicações	O estudo revelou forte concentração de pesquisas em poucas normas (ISO 9001, 14001, 45001), mas destacou crescimento no interesse por normas menos exploradas. Reforçou o potencial da integração de MSSs para ampliar a abrangência da sustentabilidade corporativa. Apontou oportunidades de pesquisa em normas ISO vinculadas à energia, clima e governança (como ISO 50001)

<b>Sousa de Melo et al. (2025)</b>	Propor ações para sustentabilidade energética na UNICAMP alinhadas aos ODS e à ação climática estratégica	Estudo de caso na UNICAMP, com análise qualitativa baseada no ranking internacional UI GreenMetric. Metodologia em três fases: diagnóstico, análise comparativa e proposição de estratégias	Identificou lacunas no uso de energias renováveis e eficiência energética. Propôs expansão de painéis solares, modernização de prédios e plano de ação climática institucional. Destacou a importância da mobilidade sustentável e da cultura comportamental energética. O estudo reforça o papel de universidades como polos de transformação sustentável
------------------------------------	---	---	--

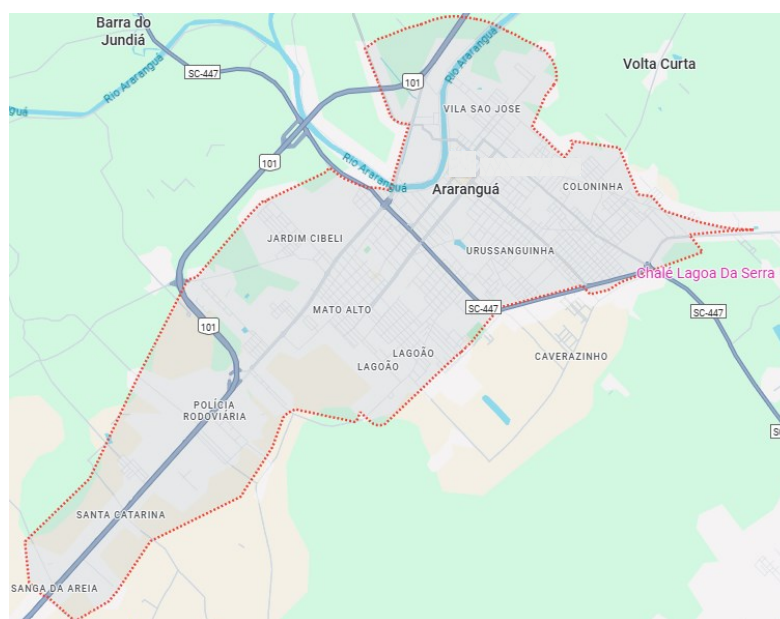
Fonte: Autor, 2025

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo, a metodologia foi cuidadosamente planejada, seguindo as orientações estabelecidas na fase de qualificação e sendo ajustada conforme a pesquisa avançava. O foco principal era avaliar o consumo de energia nas Unidades Básicas de Saúde (UBSs) em Araranguá (SC), seguindo os padrões das normas ISO 50001 e ISO 50002. Com base nessa avaliação, o intuito era sugerir melhorias técnicas para otimizar o uso da energia elétrica, utilizando uma combinação de métodos, como a coleta de dados no local, análise de documentos e aplicação de questionários diretamente às pessoas.

A pesquisa se volta para as UBSs de Araranguá, cidade situada no extremo sul catarinense, no Brasil. O município se encontra nas coordenadas 28°56'06" S e 49°29'09" O, com uma área de 303,299 km<sup>2</sup> (IBGE, 2024), e seu contexto é essencial para a consistência da pesquisa empírica (Cervo e Bervian, 2002). O Mapa abaixo é Para facilitar a localização no Brasil, e mostra alguns dos bairros da cidade de Araranguá.

Figura 5: Mapa Municipal de Araranguá



Fonte: IBGE, 2024

A elaboração do questionário para a auditoria de energia seguiu um alinhamento estrito com os Objetivos Específicos do estudo. Dessa forma, garantiu-se que cada pergunta fosse técnica e focada na coleta de dados sobre o consumo e na verificação dos sistemas elétricos, em conformidade com as normas ISO 50001 e

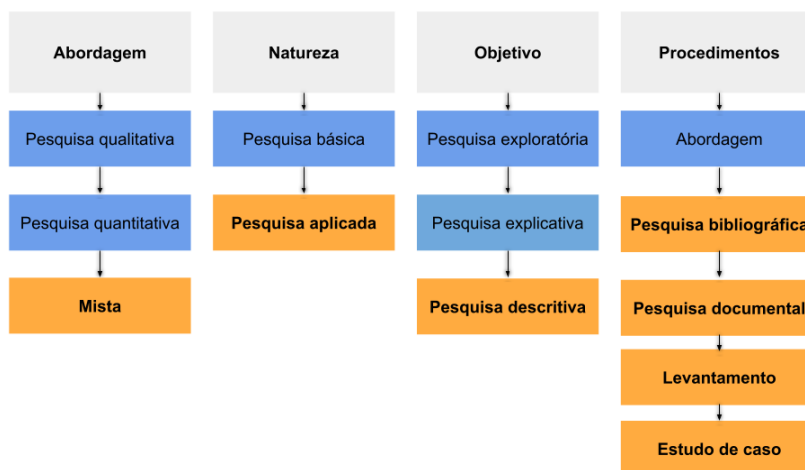
ISO 50002. Essa abordagem metodológica confere validade e confiabilidade ao instrumento (Lakatos and Marconi, 2003)

### 3.1 Tipo e Abordagem da Pesquisa

Esta pesquisa caracterizou-se como aplicada, pois teve como finalidade gerar conhecimento com aplicação prática, voltado à solução de problemas reais em ambientes institucionais de saúde (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Quanto à abordagem, tratou-se de um estudo misto, integrando procedimentos quantitativos como a contagem de equipamentos e análise de consumo e qualitativos, por meio das percepções dos profissionais das unidades sobre práticas e desafios no uso da energia elétrica. A combinação dessas abordagens possibilitou uma visão mais completa e contextualizada do fenômeno estudado (CRESWELL; PLANO CLARK, 2011).

A Figura 6 apresenta a classificação da pesquisa quanto à abordagem metodológica, natureza, objetivos e procedimentos técnicos, conforme as diretrizes metodológicas adotadas neste estudo.

Figura 6 - Critérios de classificação das pesquisas



Fonte: Adaptado de Gergardt e Silveira (2009) e Paranhos (2016)

Quanto à natureza, a pesquisa enquadrou-se como aplicada, uma vez que seu objetivo foi diagnosticar o desempenho energético de UBSs do município de Araranguá (SC), com base nos princípios das normas ISO 50001 e ISO 50002. Considerou-se o sistema de saúde como um todo complexo, focando nas unidades

básicas de saúde, responsáveis pelo atendimento primário da população, considerado a porta de entrada do SUS.

### **3.2 PROCEDIMENTOS METODOLOGICO**

Durante o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados: pesquisa bibliográfica e documental, aplicação de questionários e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica e documental embasou teoricamente a investigação, com base em legislação federal e estadual, artigos acadêmicos e normas técnicas, especialmente as normas ISO 50001 e ISO 50002. Conforme Fonseca (2002), a pesquisa bibliográfica proporciona uma base sólida de conhecimento já sistematizado, enquanto a documental permite o uso de dados oficiais e registros administrativos.

A técnica de levantamento foi empregada para coletar informações diretamente nas unidades, por meio de questionários físicos aplicados aos responsáveis técnicos. O estudo de caso, segundo Triviños (1987), possibilitou uma análise aprofundada de um fenômeno específico no contexto real, sendo essencial para compreender as particularidades do consumo energético nas unidades básicas de saúde

### **3.3 UNIDADES INVESTIGADAS E PARTICIPANTES**

A pesquisa foi realizada em 10 das 15 Unidades Básicas de Saúde (UBSs) do município de Araranguá (SC). Algumas dessas unidades funcionam de forma integrada ou são fisicamente acopladas, como nos casos de Colônia 1 e Colônia 2, Lagoão 1 e Lagoão 2. Por questões éticas, todas as unidades foram identificadas de forma anônima.

Os questionários foram aplicados exclusivamente aos enfermeiros responsáveis por cada unidade, por serem os profissionais com maior conhecimento sobre o funcionamento geral e os equipamentos disponíveis. A coleta não envolveu médicos, uma vez que o estudo priorizou participantes com atuação direta na gestão e operação das unidades.

Inicialmente, previa-se realizar a auditoria em apenas uma UBS; no entanto, optou-se por ampliar o estudo para 10 unidades, a fim de tornar os resultados mais precisos e representativos.

#### **3.3.1 COLETA DE DADOS**

Após a definição das unidades e participantes, procedeu-se à coleta de dados seguindo rigorosamente os princípios éticos aplicáveis à pesquisa com seres

humanos. Primeiramente, foi solicitado o apoio e consentimento da Secretaria Municipal de Saúde, que autorizou o acesso institucional às UBSs. Antes do início das entrevistas e observações, os enfermeiros receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os documentos utilizados estão reunidos no ANEXO 1.

A coleta foi realizada presencialmente, por meio de observações diretas e aplicação de questionários físicos aos enfermeiros responsáveis. Após o preenchimento, as respostas foram transcritas para a plataforma Google Forms pelo próprio autor, visando sistematizar os dados e gerar gráficos que facilitassem a interpretação dos resultados.

Adotou-se o método de levantamento (survey), caracterizado pela coleta de informações sobre características, comportamentos e opiniões da população-alvo (FONSECA, 2002; GIL, 2008). Essa abordagem é amplamente utilizada em pesquisas aplicadas e é adequada para estudos exploratórios e descritivos, permitindo aplicação em amostras pontuais ou amplas, acesso direto à realidade investigada e quantificação dos dados.

As informações coletadas abrangeram: estado de conservação dos equipamentos elétricos; quantidade, tipo e funcionamento das lâmpadas; número e localização dos aparelhos de ar-condicionado; presença e orientação das janelas e aproveitamento da iluminação natural; funcionamento e quantidade de geladeiras e outros eletrodomésticos; e existência ou não de capacitação dos profissionais quanto ao uso eficiente da energia.

Essa etapa também se enquadrou como estudo de caso, conforme Triviños (1987), que o descreve como uma investigação aprofundada de uma ou mais unidades, visando compreender o fenômeno em seu contexto real. A abordagem permitiu comparações entre diferentes UBSs, enriquecendo a interpretação e possibilitando a aplicação dos resultados em situações semelhantes.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos neste estudo foram organizados em duas frentes principais: (i) dados qualitativos e observacionais coletados por meio de questionários e visitas às unidades básicas de saúde; e (ii) dados quantitativos provenientes da análise do consumo mensal de energia elétrica. A discussão foi conduzida com base nos princípios da ISO 50001 e ISO 50002, buscando relacionar os achados com boas práticas de eficiência energética em ambientes de saúde

### **4.1 Princípios Metodológicos e Rigor da Auditoria**

Para assegurar a validade e o rigor metodológico do diagnóstico, a auditoria energética foi realizada em total conformidade com as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR ISO 19011 (2018), que define os pilares para a auditoria de sistemas de gestão. O processo foi baseado em princípios como integridade, apresentação justa, devido cuidado profissional, independência e, principalmente, abordagem baseada em evidências.

Esses pilares, que também são exigidos pelas normas ambientais nacionais (CONAMA, 2002), garantem que o estudo seja conduzido de maneira ética, objetiva e tecnicamente precisa. A adesão a esse rigor é o que confere a credibilidade científica necessária, visto que a análise de dados deve ser fundamentada em regras claras e estabelecidas, conforme ressaltam Lakatos e Marconi (2003). Desse modo, a garantia de que todas as informações são verificáveis é o fator central que sustenta a argumentação desta dissertação (Gil, 2002). Assim, os resultados e a discussão a seguir foram interpretados sob a luz desses princípios, reforçando a coerência e a robustez das conclusões.

#### **4.1.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS E VISITA ÀS INSTALAÇÕES**

Nesta seção, apresentam-se os resultados dos questionários aplicados aos enfermeiros nas UBS, com o objetivo de avaliar o consumo de energia e a manutenção dos equipamentos. As questões abordaram o desligamento dos aparelhos, a manutenção dos equipamentos médicos, a iluminação, a climatização e a ventilação. A seguir, são discutidos os principais achados sobre o uso e a eficiência dos equipamentos, destacando-se as áreas que demandam melhorias.

### 4.1.3 Sobre o uso e desligamento dos equipamentos

A primeira questão do questionário procurou identificar o comportamento dos profissionais em relação ao desligamento dos equipamentos elétricos quando os ambientes estão vazios.

**Questão 1:** Os equipamentos elétricos são desligados quando os ambientes estão vazios?

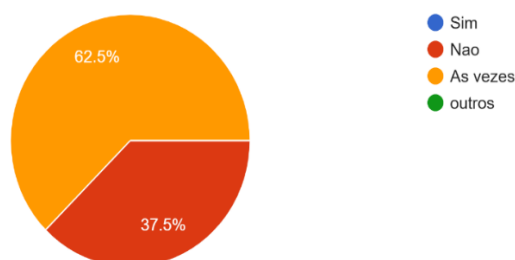
Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte:

- Às vezes: 62,5% das respostas
- Não: 37,5% das respostas
- Sim: 0% das respostas

A Figura 7 apresenta a distribuição das respostas obtidas nas 10 unidades de saúde visitadas.

Figura 7 – Resposta sobre Desligamento de quando os ambientes de saúde estão vazios

Equipamento elétricos : Os equipamentos são desligados quando os ambientes estão vazios?  
responses



Fonte: Autor, 2024

O estudo revelou um uso excessivo de energia, uma vez que nenhum entrevistado afirmou desligar sistematicamente os equipamentos quando os ambientes estavam vazios. Além disso, a ausência de um protocolo eficiente de desligamento foi evidenciada: 62,5% dos entrevistados informaram desligar os equipamentos apenas ocasionalmente, enquanto 37,5% admitiram não os desligar. Tal prática resultava em custos desnecessários e contribuía para o impacto ambiental.

Soluções como campanhas de conscientização, sensores de presença e automação poderiam mitigar esse problema. Além disso, 100% dos entrevistados confirmaram que não havia um plano de manutenção regular para os aparelhos médicos, agravando ainda mais a ineficiência energética.

A literatura aponta que o comportamento dos ocupantes influencia de forma determinante o consumo de energia em edificações públicas (BALVEDI et al., 2018).

A segunda questão buscou verificar a existência de planos de manutenção regular para os equipamentos médicos nas unidades de saúde analisadas.

**Questão 2:** Existe um plano de manutenção regular para os equipamentos médicos?

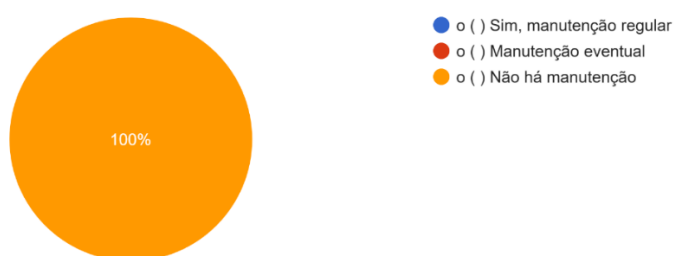
Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte:

- Não há manutenção: 100% das respostas
- Manutenção eventual: 0% das respostas
- Sim, manutenção regular: 0% das respostas

Figura 8 – apresenta a distribuição das respostas sobre a existência de plano de manutenção para equipamentos médicos

Figura 8 – Manutenção dos equipamentos médicos

3. Programas de Manutenção: Existe um plano de manutenção regular para os aparelhos médicos?  
responses



Fonte: Autor, 2024

Os resultados indicaram uma situação preocupante, pois todos os entrevistados afirmaram que **não havia qualquer tipo de manutenção**, seja regular ou eventual. Essa realidade comprometia a eficiência dos equipamentos, colocava em risco a segurança dos pacientes e afetava a qualidade dos serviços prestados.

A ausência de um plano de manutenção também poderia gerar custos mais elevados a longo prazo, considerando que falhas não corrigidas aumentam a probabilidade de substituições. Possíveis causas para esse cenário incluíam a falta de planejamento, restrições orçamentárias e ausência de capacitação dos profissionais. Como medida corretiva, sugeria-se a implementação de um plano de

manutenção preventiva, acompanhado de treinamentos para a equipe no reconhecimento de falhas.

De acordo com Santos Uniguaçu e Bauer (2023), a manutenção preventiva é essencial para reduzir falhas inesperadas e garantir o desempenho adequado de equipamentos médico-hospitalares. Rodrigues et al. (2024) complementam que a ausência dessa prática eleva os custos com manutenção corretiva e substituições, além de aumentar o consumo de energia.

#### 4.1.4 Sobre Iluminação, Lâmpadas e Outros

Esta seção apresenta os resultados sobre o uso de iluminação nas UBS, com ênfase na eficiência energética e nos hábitos dos profissionais. Foram analisados os tipos de lâmpadas, a presença de sistemas de controle automático e os impactos da gestão inadequada da iluminação.

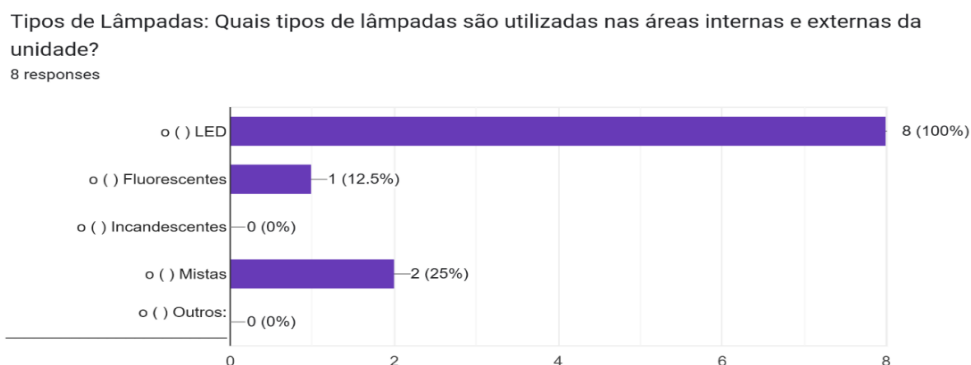
Questão 3: Quais tipos de lâmpadas são utilizados nas áreas internas e externas da unidade?

Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte:

- LED: 100% das unidades (todas as 8 unidades)
- Mistas: 25% das unidades (2 unidades)
- Fluorescentes: 12.5% das unidades (1 unidade)
- Incandescentes: 0%
- Outros: 0%

A Figura 9 apresenta a distribuição das respostas sobre os tipos de lâmpadas

Figura 9– Tipos de lâmpadas utilizadas nas UBS



Fonte: Autor, 2024

Todas as unidades relataram a utilização de lâmpadas do tipo LED, o que indicava uma tendência à adoção de tecnologias mais eficientes em termos de consumo energético, conforme mostrado as lâmpadas led ligados na Figura 10

Figura 10–Lâmpadas led ligadas durante o dia.



Fonte: Autor, 2024

No entanto, 25% das unidades também utilizavam sistemas de iluminação mista, combinando LED com outras tecnologias, e 12,5% ainda faziam uso de lâmpadas fluorescentes.

Embora as lâmpadas LED sejam predominantes, a presença de outros tipos de iluminação indica possíveis restrições orçamentárias ou estruturais. A adoção total de LEDs poderia aumentar a economia de energia e diminuir a demanda por manutenção.

A quarta questão teve como objetivo verificar a existência de sensores de presença para o controle da iluminação em áreas de menor uso nas unidades de saúde.

Questão 4: Existem sensores de presença para controlar a iluminação em áreas de menor uso?

Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte:

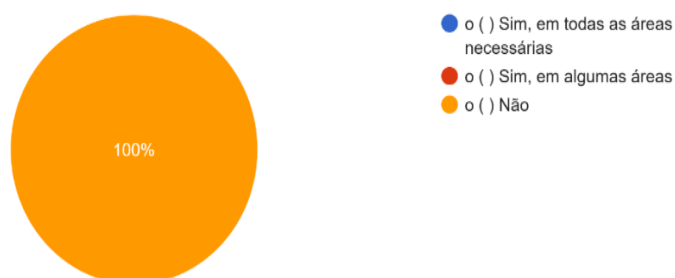
- Não: 100%
- Sim, em algumas áreas: 0%
- Sim, em todas as áreas necessárias: 0%

A Figura 11 apresenta a distribuição das respostas sobre a presença de sensores

Figura 11– Resultados sobre a presença de sensores de presença para controle da iluminação.

2. Controle de Iluminação: Existem sensores de presença para controlar a iluminação em áreas de menor uso?

8 responses



Fonte: Autor, 2024

A totalidade das unidades respondeu negativamente quanto à presença de sensores de presença, evidenciando a inexistência desse tipo de controle nas UBS avaliadas. Essa ausência representa uma oportunidade clara de melhoria, pois a instalação desses dispositivos permitiria o desligamento automático da iluminação em locais de uso esporádico, como corredores, banheiros e salas de espera.

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO, 2019), o uso de sensores pode reduzir o consumo de energia em até 30% em ambientes administrativos. Além disso, no que se refere à questão 5, que tratou do Monitoramento do Consumo Energético, a pergunta foi: "Existe um sistema de monitoramento do consumo de energia em tempo real?", das respostas, todas as UBS informaram não possuir sistemas de monitoramento em tempo real do consumo de energia.

A sexta questão teve como objetivo verificar se os funcionários das unidades de saúde recebiam treinamentos sobre práticas de eficiência energética.

Questão 6: Os funcionários recebem treinamentos sobre práticas de eficiência energética?

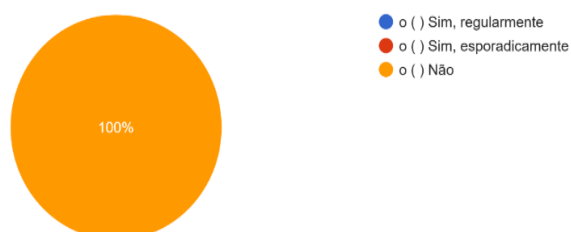
Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte:

- "Não": 100%
- "Sim, eventualmente": 0%
- "Sim, regularmente": 0%

A Figura 12 apresenta a distribuição das respostas sobre treinamentos e conscientização dos funcionários

Figura 12– Resultados sobre treinamento e conscientização

3. Treinamento e Conscientização: Os funcionários recebem treinamentos sobre práticas de eficiência energética?  
responses



Fonte: Autor, 2024

Os resultados revelaram que nenhum funcionário recebia treinamentos sobre práticas de eficiência energética. Essa lacuna pode estar associada à ausência de políticas institucionais e à baixa prioridade atribuída ao tema nas unidades de saúde.

A falta de capacitação impacta diretamente no desperdício de energia e na adoção de hábitos sustentáveis. A implementação de treinamentos regulares poderia contribuir para mudanças comportamentais, promovendo uma cultura organizacional mais eficiente.

De acordo Ghisi et al. (2015), a ausência de diretrizes e treinamentos reforça a ineficiência e prejudica a construção de uma cultura voltada à sustentabilidade.

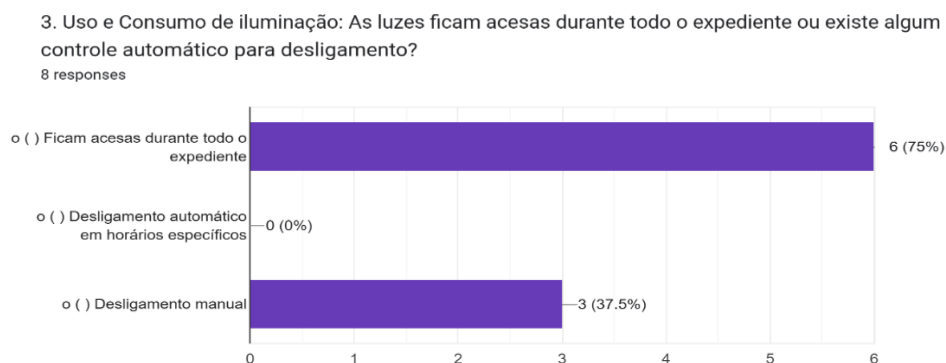
Por fim, Questão 7: Ao serem perguntadas: As luzes ficam acesas durante todo o expediente ou existe algum controle automático para desligamento?

Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte:

- Ficam acesas durante todo o expediente: 75%
- Desligamento manual: 37,5%
- Desligamento automático em horários específicos: 0%

A Figura 13 apresenta a distribuição das respostas sobre uso e consumo de iluminação

Figura 13– Resultados sobre uso e consumo de iluminação



Fonte: Autor, 2024

Os dados revelaram que a maioria das unidades mantinha as luzes acesas durante todo o expediente, sem o uso de sistemas automáticos de desligamento. Em 37,5% das respostas, o controle da iluminação era feito manualmente, o que exige atenção constante dos funcionários.

A ausência de mecanismos automáticos de controle de iluminação pode resultar em desperdício de energia, especialmente em horários de menor uso ou em ambientes pouco ocupados. Esse cenário reforça a necessidade de melhorias no gerenciamento da iluminação, com foco em tecnologias que promovam maior eficiência energética.

Nesta seção, buscou-se avaliar a existência de um programa de manutenção voltado à substituição de lâmpadas queimadas ou ineficientes, uma prática essencial para garantir a eficiência energética e a continuidade do bom funcionamento dos sistemas de iluminação nas unidades de saúde. Com esse objetivo, foi feita a seguinte pergunta:

Questão 8: Há um programa de manutenção para substituição de lâmpadas queimadas ou ineficientes? Com que frequência isso ocorre?

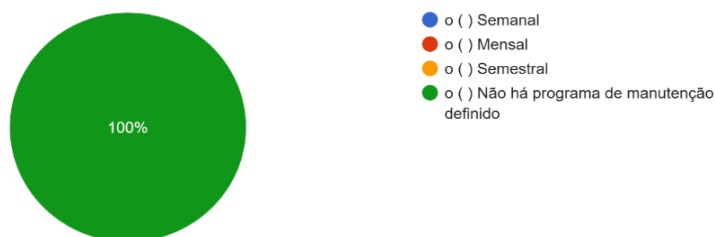
Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte: Todas as unidades (100%) responderam que não há programa de manutenção definido.

A Figura 14 apresenta a distribuição das respostas sobre a manutenção de equipamentos de iluminação

Figura 14– Resultados sobre a manutenção de equipamentos de iluminação

4. Manutenção de equipamento de iluminação: Há um programa de manutenção para substituição de lâmpadas queimadas ou ineficientes? Com que frequência isso ocorre?

responses



Fonte: Autor, 2024

Esse dado revelou uma lacuna significativa na gestão de recursos energéticos, o que leva ao uso contínuo de lâmpadas ineficientes ou danificadas, impactando diretamente no consumo de energia e na eficiência do sistema de iluminação. As imagens a seguir registram lâmpadas queimadas ou fora de operação, evidenciando falhas na gestão da iluminação que contribuem para o aumento do consumo energético. Tais problemas reforçam a necessidade de ações corretivas e de manutenção preventiva no sistema. Figura 15 mostra as lâmpadas queimadas e precisam ser substituídas.

Figura 15 - Lâmpadas queimadas.



Fonte: Autor, 2024

A implantação de mecanismos de manutenção preventiva é essencial para reduzir falhas em sistemas de climatização e refrigeração, o que impacta diretamente na eficiência energética institucional (FIRDAUS et al., 2019)

#### 4.1.5 Sobre a Climatização e Ventilação dos Ambientes

Nesta seção, são apresentados os dados relativos à climatização e ventilação nas UBS, destacando seu impacto na eficiência energética e no conforto ambiental.

Com esse objetivo, foi feita a seguinte pergunta:

Questão 9: As janelas, portas ou aberturas estão adequadamente posicionadas para maximizar a circulação de ar natural?

Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte:

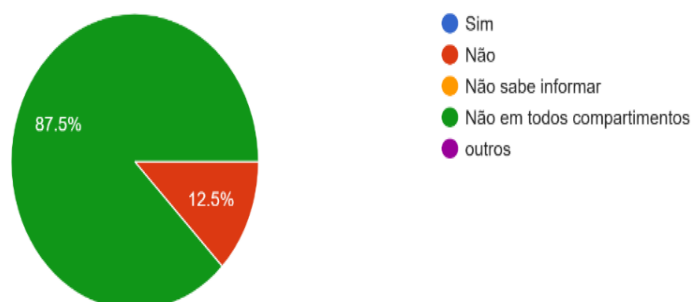
- 87,5% responderam não
- 12,5% responderam não sabe informar
- 0% responderam Sim

A Figura 16 apresenta a distribuição das respostas ventilação natural

Figura 16 – Resultados sobre ventilação natural das ubS

Ventilação Natural : As janelas, portas ou aberturas estão adequadamente posicionadas para maximizar a circulação de ar natural?

responses



Fonte: Autor, 2024

Os resultados evidenciaram que 87,5% das unidades afirmaram não estar adequadas, 12,5% responderam que “não souberam informar” e nenhuma confirmou estar em conformidade. Isso indicou uma oportunidade de melhoria na arquitetura e na ventilação, com potencial para reduzir a dependência de sistemas artificiais, contribuindo para o conforto dos usuários. Segundo Cook et al. (2022), o uso eficiente da ventilação natural pode reduzir em até 55% a demanda por sistemas mecânicos em edificações.

#### 4.1.6 Manutenção e Conservação de Equipamentos

Nesta seção com o objetivo de mapear os principais equipamentos que impactam o consumo de energia elétrica, foi incluída no questionário perguntas sobre climatização e armazenamento térmico.

Questão 10: Quais equipamentos de climatização são utilizados na UBS?

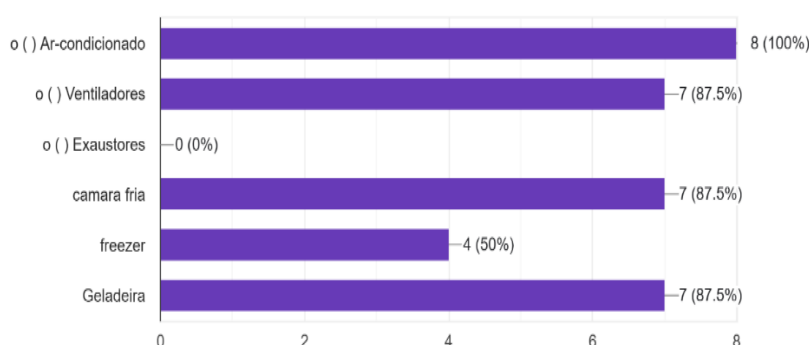
Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte:

- Ar-condicionado: 100%
- Ventiladores: 87,5%
- Câmara fria: 87,5%
- Geladeira: 87,5%
- Freezer: 50%
- Exaustores: 0%

A Figura 17 apresenta a distribuição das respostas equipamentos de climatização

Figura 17– Resultados sobre o uso dos equipamentos de climatização nas ubs

1. Equipamentos de Climatização: Quais equipamentos de climatização são utilizados na UBS?  
8 responses



Fonte: Autor, 2024

Todas as unidades relataram o uso de ar-condicionado, 87,5% também utilizavam ventiladores, câmaras frias e geladeiras, e 50% dispunham de freezers. Nenhuma unidade possuía exaustores, o que comprometia a ventilação em áreas críticas. O uso intensivo de ar-condicionado durante o verão revelava uma alta demanda energética, reforçando a necessidade de estratégias para reduzir o consumo, como ventilação cruzada e sistemas mais eficientes.

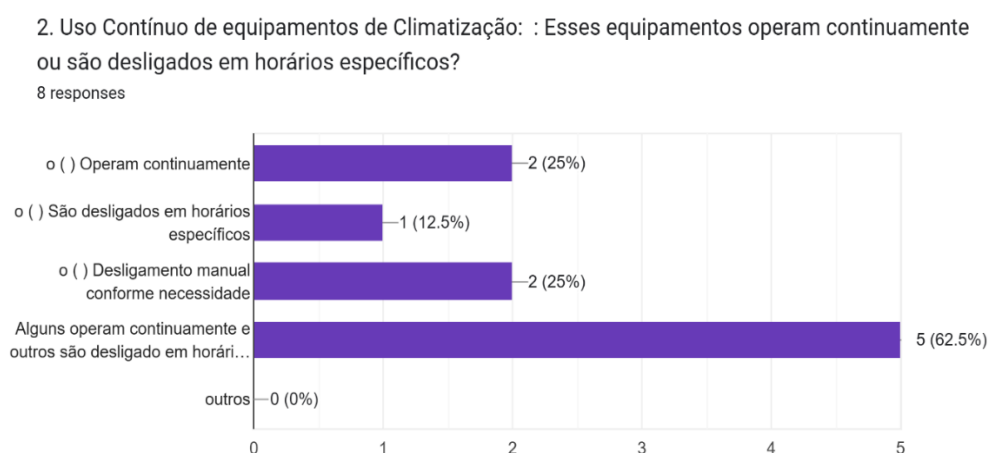
**Questão 11: Esses equipamentos operam continuamente ou são desligados em horários específicos?**

Com base nos resultados, a resposta para a pergunta foi a seguinte:

- Alguns operam continuamente e outros são desligados em horários específicos: 62,5%
- Operam continuamente: 25%
- Desligamento manual conforme necessidade: 25%
- São desligados em horários específicos: 12,5%
- Outros: 0%

A Figura 18 apresenta a distribuição das respostas sobre o uso contínuo de equipamentos de climatização

Figura 18 – Resultados sobre o uso contínuo dos equipamentos de climatização nas ubS



Fonte: Autor, 2024

Quanto ao funcionamento dos equipamentos, 62,5% das unidades relataram que alguns operavam continuamente, enquanto outros eram desligados em horários específicos. Outros 25% indicaram que os equipamentos operavam de forma contínua, sem desligamentos programados, e 12,5% informaram que o desligamento ocorria manualmente, conforme a necessidade. Esses resultados indicam que a falta de automação e controle adequado no uso dos equipamentos pode contribuir para o elevado consumo energético

Esta seção apresentou os dados do levantamento dos equipamentos com falhas nas UBS de Araranguá e suas implicações no consumo de energia.

Tabela 1 - Quantidades de equipamentos e defeitos.

Equipamentos	Quantidade	Defeitos	% Defeito
LÂMPADAS	314	14	4%
AR-CONDICIONADO	66	5	8%

<b>COMPRESSOR</b>	3	1	33%
<b>GELADEIRA</b>	9	3	33%
<b>AUTOCLAVE</b>	6	0	0%
<b>FREEZER</b>	5	0	0%
<b>VENTILADORES</b>	3	0	0%
<b>COMPUTADORES</b>	38	0	0%
<b>MICROONDAS</b>	1	0	0%
<b>MAQUINA ODONTOLÓGICA</b>	5	0	0%
<b>CÂMARA FRIA</b>	6	0	0%
<b>FOGÃO DE INDUÇÃO</b>	1	0	0%
<b>TOTAL</b>	457	23	5%

Fonte: Autor, 2024

O levantamento identificou 437 equipamentos, dos quais 23 apresentavam defeitos, representando 5% do total. As falhas mais frequentes foram registradas em compressores, geladeiras e aparelhos de ar-condicionado itens que exigem consumo energético elevado e têm impacto direto nos serviços.

A falta de manutenção preventiva, especialmente em sistemas de refrigeração e climatização, foi apontada como uma das principais causas do desperdício energético e do aumento nos custos operacionais. Conforme Sant'ana e Nascimento (2024), a falta de manutenção sistemática em ambientes institucionais compromete não apenas a eficiência energética, mas também a segurança e a funcionalidade dos espaços.

Além disso, foram encontrados problemas como equipamentos de refrigeração antigos e malconservados, lâmpadas acesas desnecessariamente e ventilação inadequada. A ausência de incentivos por parte da administração pública e de iniciativas para promover o uso racional da energia também dificultava a adoção de boas práticas nas UBS. A implementação de um plano de manutenção preventiva, aliado a uma política de eficiência energética, foi identificada como uma medida urgente para garantir a sustentabilidade e a qualidade dos serviços prestados.

## 4.2 ANÁLISE DOS DADOS DE CONSUMO DAS UBS – DADOS DA CELESC

Nesta seção, são apresentados os dados de consumo de energia elétrica das Unidades Básicas de Saúde (UBSs) do município de Araranguá (SC). Conforme já mencionado, nesta pesquisa os nomes das UBSs foram preservados e mantidos em sigilo. Para fins de análise, as unidades foram identificadas de forma anonimizada como UBS 01, UBS 02, UBS 03, UBS 04, UBS 05, UBS 06, UBS 07, UBS 08 e UBS 09, com base nas informações fornecidas pela concessionária Celesc, mediante solicitação da Secretaria Municipal de Saúde.

No entanto, os dados disponibilizados pela Celesc limitaram-se aos valores mensais totais de consumo (em kWh) de nove das dez unidades analisadas, sem incluir informações técnicas detalhadas, como demanda contratada, modalidade tarifária, consumo por faixa horária ou fator de potência. Além disso, não foi possível obter as plantas arquitetônicas das unidades.

A Tabela 2, a seguir, apresenta os valores totais por unidade de saúde, com o ano de 2024 englobando os meses de janeiro a dezembro, e o início de 2025 representado apenas pelo mês de janeiro.

Tabela 2 - Consumo de energia por unidade de saúde.

UNIDADE	2024	2025	TOTAL
UBS 01	16.921	1.331	18.252
UBS 02	9.851	984	10.835
UBS 03	12.362	866	13.228
UBS 04	18.443	1.785	20.228
UBS 05	11.586	1.290	12.876
UBS 06	12.586	1.052	13.638
UBS 07	18.296	1.653	19.949
UBS 08	10.091	1.195	11.286
UBS 09	9.129	872	10.001
Total	119.265	11.028	130.293

Fonte: Autor, 2025

Verificou-se que o ano de 2024 concentrou a maior parte do consumo total de energia elétrica das unidades analisadas, representando 91,5% do total (119.265 kWh). O início de 2025, contemplando apenas o mês de janeiro, registrou um consumo parcial de 11.028 kWh (8,5%).

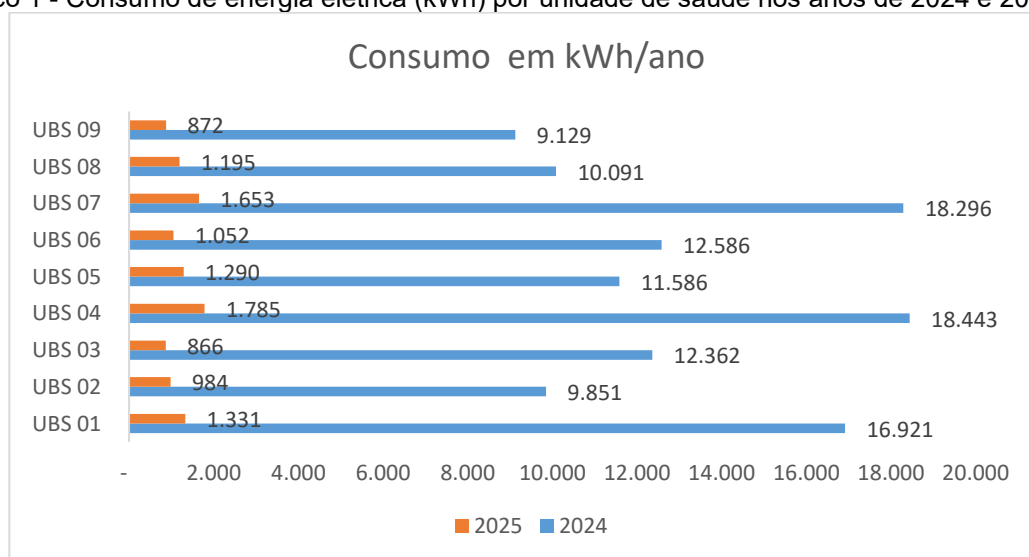
A unidade UBS 04 apresentou o maior consumo total no período, com 20.228 kWh, seguida pelas UBS 07 (19.949 kWh) e UBS 01 (18.252 kWh). Por outro lado, as

UBS 09 (10.001 kWh) e UBS 02 (10.835 kWh) registraram os menores consumos totais, o que pode estar associado ao porte físico das unidades, à quantidade de atendimentos realizados ou ao tempo diário de funcionamento.

Estudos de benchmarking energético em edificações de saúde indicam que unidades com maior porte e demanda operacional podem apresentar consumos até 60% superiores à média (Dadi et al., 2022), reforçando a importância de se analisar individualmente cada unidade para estabelecer metas e prioridades de eficiência energética.

A Tabela 1 ilustra graficamente os mesmos dados apresentados na Tabela 2, permitindo uma visualização comparativa entre o consumo anual de 2024 e o consumo parcial de janeiro de 2025, por unidade de saúde. Essa representação facilitou a identificação de padrões e diferenças no comportamento energético entre as unidades analisadas, conforme demonstrado no Gráfico 1

Gráfico 1 - Consumo de energia elétrica (kWh) por unidade de saúde nos anos de 2024 e 2025.

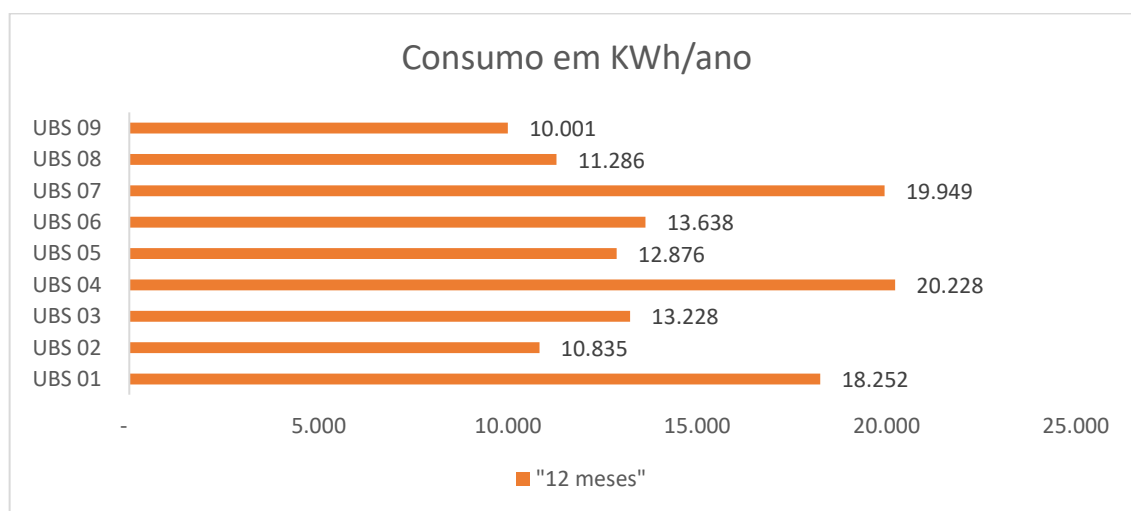


Fonte: Autor, 2025

Observou-se, por meio do Gráfico 1, que o padrão de consumo energético entre as unidades manteve-se proporcionalmente semelhante nos dois períodos analisados. A UBS 04 destacou-se como a maior consumidora, seguida pelas UBS 07 e UBS 01, enquanto as UBS 09 e UBS 02 apresentaram os menores consumos. Esses resultados corroboram os fenômenos já identificados na tabela 2 e servem como base para a análise comparativa que será aprofundada nas seções seguintes.

Complementando essa análise, o Gráfico 2 apresenta o consumo total de energia ao longo de 12 meses, abrangendo o período de janeiro a dezembro de 2024. O consumo acumulado reflete o gasto anual de cada unidade, com destaque novamente para a UBS 04, seguida pelas UBS 07 e UBS 01. Já as unidades com menor consumo, como a UBS 09 e a UBS 02, possivelmente possuem menor porte ou tempo de operação reduzido. O Gráfico 2 mostra os dados de consumo de 12 meses das unidades de saúde.

Gráfico 2 – Consumo anual de energia (kWh) no período de janeiro de 2024 a janeiro de 2025.



Fonte: Autor, 2025

Essas variações entre as unidades sugerem diferenças em suas estruturas físicas, no número de equipamentos elétricos em operação e nas políticas internas de uso consciente de energia. Além disso, todas as unidades apresentaram um padrão de consumo constante ao longo do período, sem interrupções abruptas, o que indica um funcionamento regular.

A identificação desses consumos mostrou-se essencial para o desenvolvimento de estratégias de eficiência energética, como a substituição de equipamentos por modelos mais eficientes, a adoção de fontes renováveis ou a automação de sistemas elétricos. A implementação de estratégias integradas, como controle por sensores e retrofit dos sistemas de climatização, pode reduzir entre 25% e 40% o consumo de energia elétrica em ambientes hospitalares, mesmo em estruturas de pequeno e médio porte (Psillaki et al., 2023).

#### 4.2.1 CONSUMO MENSAL E ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

O consumo total de energia elétrica das UBS, entre janeiro de 2024 e janeiro de 2025, foi de 130.293 kWh, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3- Consumo mensal total de energia elétrica (kWh) nas unidades de saúde.

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total Geral
2024	11.485	12.776	13.930	14.596	9.617	6.698	8.094	6.890	6.338	6.970	11.269	10.602	119.265
2025	11.028												11.028
Total	22.513	12.776	13.930	14.596	9.617	6.698	8.094	6.890	6.338	6.970	11.269	10.602	130.293

Fonte: Autor, 2025

O maior volume de consumo concentrou-se em 2024, com 119.265 kWh, enquanto em janeiro de 2025 foram registrados 11.028 kWh adicionais.

Os meses com maiores consumos foram março (13.930 kWh), abril (14.596 kWh) e fevereiro (12.776 kWh). Esse pico no primeiro quadrimestre pode estar associado ao aumento da demanda nos serviços de saúde, ao uso intensivo de climatizadores devido ao clima quente e à maior circulação de pacientes. Auditorias energéticas realizadas em hospitais revelaram que os maiores consumos estão concentrados em sistemas de iluminação e ar-condicionado, sendo que medidas como reconfiguração de horários de funcionamento e substituição de lâmpadas por LED mostraram-se altamente eficazes (Kamaluddin et al., 2016).

Já os menores consumos ocorreram em junho (6.698 kWh), agosto (6.890 kWh) e setembro (6.338 kWh), coincidindo com o período de temperaturas mais amenas no Brasil, o que provavelmente reduziu o uso de sistemas de climatização, responsáveis por grande parte do consumo energético em ambientes de saúde.

O consumo de janeiro de 2025 (11.028 kWh) manteve-se compatível com o de janeiro do ano anterior, reforçando um padrão sazonal e indicando estabilidade no funcionamento das unidades. A consistência nos dados também demonstrou ausência de interrupções relevantes nos serviços.

Esses dados mensais permitiram identificar tendências de consumo e embasaram o desenvolvimento de estratégias de eficiência energética, como ajustes nos horários de funcionamento dos equipamentos, manutenção preventiva, substituição de lâmpadas e aparelhos por versões mais econômicas, entre outras ações sustentáveis.

A Tabela 4 apresenta a análise da média de consumo mensal.

Tabela 4 - Análise da média de consumo mensal de energia.

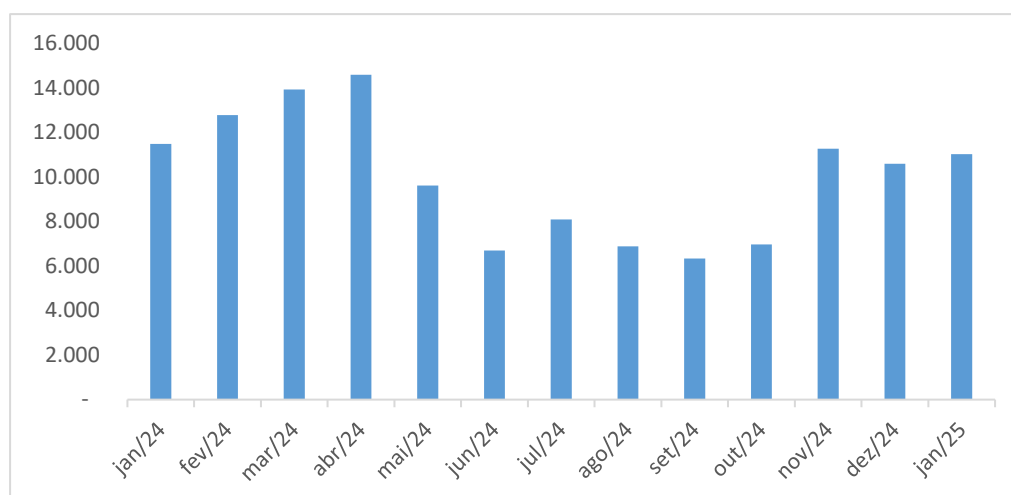
Meses	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24	jul/24	ago/24	set/24	out/24	nov/24	dez/24	jan/25	Média
TOTAL	11.485	12.776	13.930	14.596	9.617	6.698	8.094	6.890	6.338	6.970	11.269	10.602	11.028	10.023
MEDIA	1.462	2.753	3.907	4.573	406	3.325	1.929	3.133	-3.685	-3.053	1.246	579	1.005	

Fonte: Autor, 2025

Observou-se que os meses de março (13.930 kWh) e abril (14.596 kWh) registraram maior consumo de energia elétrica, com médias por unidade superiores a 1.500 kWh. Esse aumento pode estar relacionado ao uso intensivo de climatizadores e outros equipamentos eletromédicos, além da maior circulação de usuários nas unidades no início do ano.

Por outro lado, o período com menor consumo energético foi observado entre maio e outubro de 2024, com destaque para junho (6.698 kWh) e setembro (6.338 kWh), meses em que a média de consumo por UBS foi abaixo de 800 kWh. Essa redução pode estar associada às temperaturas mais baixas do inverno e à diminuição da carga térmica nos ambientes, refletindo em menor uso de aparelhos de refrigeração.

A análise da média mensal é fundamental para compreender o comportamento energético das UBSs ao longo do ano e serve como base para o desenvolvimento de estratégias de eficiência energética específicas para a realidade local. Com esses dados, o município pode planejar melhor seus investimentos em modernização de sistemas elétricos, adoção de tecnologias mais eficientes e ações de conscientização para o uso racional de energia. O Gráfico 3 apresenta o consumo total mensal de energia elétrica (em kWh) das UBS de Araranguá/SC, entre janeiro de 2024 e janeiro de 2025.

**Gráfico 3** : Análise gráfica do consumo total de energia elétrica.

Fonte: Autor, 2025

O gráfico 3 evidenciou a variação do consumo ao longo do tempo, com picos em março e abril, possivelmente devido ao maior uso de climatizadores ou ao aumento no número de atendimentos. Em contraste, os meses de menor consumo (junho, agosto e setembro) corresponderam aos períodos de menor uso de equipamentos, resultante das temperaturas mais amenas. Já os meses de novembro, dezembro e janeiro/2025 mostraram nova elevação no consumo, sugerindo o início de um novo ciclo de alta demanda energética.

O gráfico reforçou, portanto, a importância do monitoramento contínuo do consumo energético nas UBS, permitindo a identificação de padrões e a formulação de estratégias focadas nos períodos de maior consumo.

A **Tabela 5** detalhou o consumo mensal de energia elétrica por UBS nos anos de 2024 e janeiro de 2025.

Tabela 5 - consumo mensal de energia elétrica por ubs (em kWh) – 2024 e jan/2025.

UBS	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total Geral
UBS 01	1.329	1.498	1.856	1.958	1.499	1.254	1.119	1.244	1.209	1.083	1.341	1.531	16.921
UBS 02	755	994	1.395	1.402	1.096	436	545	656	393	435	803	941	9.851
UBS 03	1.185	1.309	1.599	1.625	1.129	679	683	678	712	817	1.118	828	12.362
UBS 04	2.023	1.794	1.860	2.669	1.496	1.113	1.157	902	803	1.033	1.807	1.786	18.443
UBS 05	1.139	1.123	1.459	1.447	924	631	695	565	574	653	1.183	1.193	11.586
UBS 06	1.330	1.622	1.243	1.408	875	671	1.175	729	633	650	1.216	1.034	12.586
UBS 07	1.871	2.106	2.356	2.215	1.332	881	1.212	934	961	1.093	1.835	1.500	18.296
UBS 08	1.083	1.253	1.287	1.145	664	455	588	438	455	547	1.151	1.025	10.091
UBS 09	770	1.077	875	727	602	578	920	744	598	659	815	764	9.129
<b>Total Geral</b>	11485	12776	13930	14596	9617	6698	8094	6890	6338	6970	11269	10602	119265

Fonte: Autor, 2025

Tabela 6 - Consumo mensal por unidades de saúde do mês de janeiro de 2025.

UBS	Jan. 2025
UBS 01	1.331
UBS 02	984
UBS 03	866
UBS 04	1.785
UBS 05	1.290
UBS 06	1.052
UBS 07	1.653
UBS 08	1.195
UBS 09	872
Total Geral	11.028

Fonte: Autor, 2025

Em 2024, a unidade com maior consumo foi a UBS 04 (18.443 kWh), seguida pelas unidades UBS 07 (18.296 kWh) e UBS 01 (16.921 kWh). Essas unidades mantiveram um padrão elevado ao longo de todo o ano, o que pode indicar maior porte físico, maior número de atendimentos ou o uso contínuo de climatização.

Em contrapartida, as menores demandas energéticas foram observadas nas unidades UBS 09 (9.129 kWh) e UBS 02 (9.851 kWh), possivelmente por serem de menor porte ou operarem com carga reduzida em determinados períodos. Dentro das unidades, também se verificou grande variação: a unidade UBS 02, por exemplo, apresentou pico em março (1.395 kWh) e queda expressiva em junho (436 kWh), representando uma redução superior a 68%, possivelmente relacionada à sazonalidade climática ou à redução dos atendimentos.

Em janeiro de 2025, os valores mantiveram a média observada nos meses de maior consumo do ano anterior. A unidade UBS 04 novamente liderou o ranking, com 1.785 kWh, reforçando seu padrão de alta demanda.

Essa análise mensal individual permitiu identificar pontos pertinente de consumo, avaliar possíveis desperdícios e planejar intervenções específicas de eficiência energética por unidade. Além disso, os dados serviram de subsídio para a formulação de políticas públicas locais voltadas à gestão energética sustentável.

#### 4.2.3 Análise Percentual do Consumo Energético

A Tabela 7 apresenta o consumo energético total (em kWh), o percentual de participação de cada UBS no consumo global e a média mensal de consumo no período de janeiro de 2024 a janeiro de 2025.

Tabela 7 - Consumo total, percentual e média mensal de energia por UBS.

Unidade	Consumo 12 meses	%	Média
UBS 04	20.228	16%	1.404
UBS 07	19.949	15%	833
UBS 01	18.252	14%	1.018
UBS 06	13.638	10%	1.556
UBS 03	13.228	10%	990
UBS 05	12.876	10%	1.049
UBS 08	11.286	9%	1.535
UBS 02	10.835	8%	868
UBS 09	10.001	8%	769
Total	130.293	100%	10.023

Fonte: Autor, 2025

As unidades UBS 04, UBS 07 e UBS 01 concentraram, juntas, 45% do consumo total de energia elétrica no período. Dentre elas, a UBS 04 foi a maior consumidora individual, responsável por 16% do total, com uma média mensal de 1.404 kWh. Esses dados indicaram que essas unidades provavelmente possuíam maior estrutura física, número elevado de equipamentos eletromédicos e alta demanda de atendimento.

Por outro lado, as unidades UBS 02 e UBS 09 registraram os menores percentuais (8% cada), com médias mensais inferiores a 900 kWh, o que pode indicar menor porte físico, menor fluxo de pacientes ou operação em turnos reduzidos. Observou-se também que, embora a unidade UBS 07 tenha registrado o segundo maior consumo total (15%), sua média mensal (833 kWh) foi uma das mais baixas, sugerindo a ocorrência de picos de consumo em alguns meses específicos, e não uma demanda constante.

Essa análise percentual foi pertinente para identificar unidades prioritárias para ações de eficiência energética, como a instalação de sistemas fotovoltaicos, substituição de equipamentos obsoletos ou mudanças operacionais. Compreender a contribuição individual de cada UBS permite à gestão municipal direcionar recursos de forma mais eficiente e estratégica. Compreender a contribuição individual de cada UBS permite à gestão municipal direcionar recursos de forma mais eficiente e estratégica (Psillaki et al., 2023; Kamaluddin et al., 2016).

#### 4.2.4 Evidências de Consumo Ineficiente de Energia nas UBS Auditadas

Esta seção apresenta imagens registradas durante a auditoria nas UBS auditadas.

Figura 19: Ar-condicionado janela com instalação inadequada e sinais de infiltração e mofo.



Fonte: Autor, 2024

Durante a auditoria energética realizada nas Unidades Básicas de Saúde (UBS), foram identificadas diversas práticas que comprometeram significativamente a eficiência energética dos ambientes analisados. As evidências fotográficas reforçaram a percepção de inexistência de uma política estruturada de uso racional da energia elétrica, conforme estabelecido pelas diretrizes da ISO 50001:2018 (ISO, 2011).

Na Figura 20, observou-se um aparelho de ar-condicionado do tipo janela, com tecnologia obsoleta, instalado de forma inadequada, apresentando sinais visíveis de má vedação, infiltrações e presença de mofo nas proximidades. Além disso, verificou-se que, em alguns ambientes, havia mais de um equipamento de ar condicionado instalado por sala, o que aumentava consideravelmente a carga térmica e, conseqüentemente, o consumo energético.

Complementando essa análise, a Figura 20 evidenciou o uso de diversas lâmpadas acesas em ambientes que não apresentavam necessidade imediata de iluminação artificial, caracterizando desperdício de energia elétrica.

Figura 20: Ambiente com lâmpadas acesas sem necessidade de iluminação artificial.

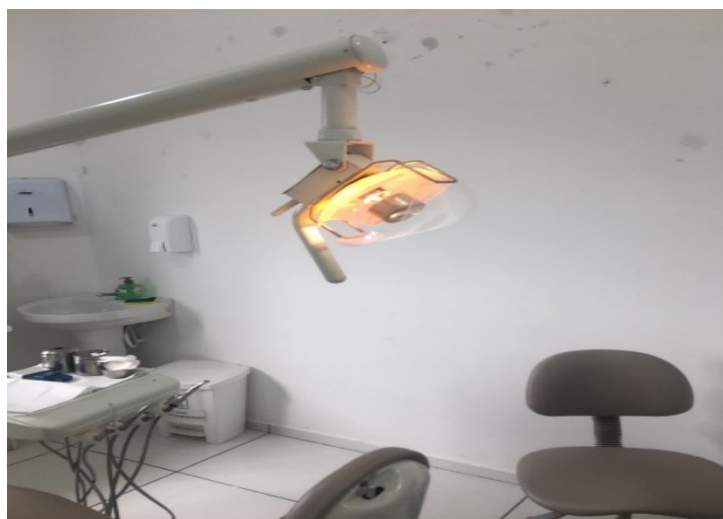


Fonte: Autor, 2024

Ressalta-se que não foram identificados sensores de presença nem mecanismos de automação que pudessem promover a racionalização da iluminação, o que denota uma carência de estratégias simples e eficazes de controle

Já na Figura 21, registrou-se um equipamento odontológico em funcionamento mesmo na ausência de pacientes na sala. Segundo relatos dos próprios funcionários, essa prática era comum sob a justificativa de que “quem paga é a prefeitura”, o que revelou a ausência de uma cultura organizacional voltada à conscientização energética. Também não foi observada qualquer ação de capacitação ou sensibilização quanto ao uso eficiente de energia por parte da equipe.

Figura 21: Equipamento odontológico em funcionamento na ausência de pacientes.



Fonte: Autor, 2025

Essas evidências indicaram a inexistência de ações estruturadas de controle, monitoramento e treinamento, revelando uma lacuna significativa frente aos princípios do ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir), conforme proposto pela ISO 50001.

#### **4.3.1 DESAFIOS E LIMITAÇÕES NA GESTÃO ENERGÉTICA DAS UBS**

A implementação da ISO 50001 em Unidades Básicas de Saúde (UBS) enfrenta desafios estruturais, operacionais e culturais, especialmente no contexto da gestão pública. A pesquisa realizada em Araranguá (SC) revelou diversos entraves que dificultam a adoção eficaz de um sistema de gestão energética.

Destaca-se a ausência de dispositivos básicos de automação, como sensores de presença para iluminação, o que contribui para o desperdício de energia com luzes acesas desnecessariamente em ambientes desocupados, evidenciando infraestrutura inadequada e baixa integração tecnológica.

Além disso, observou-se a falta de capacitação dos profissionais para práticas de eficiência energética. Nenhuma UBS promoveu treinamentos ou ações educativas, confirmando a ausência de conhecimento técnico, apontada por BIZ (2015) como barreira à adoção de estratégias sustentáveis no setor público. Muitos colaboradores demonstraram desinteresse pelo consumo energético, justificando que “a conta era paga pela prefeitura”, revelando uma cultura organizacional pouco comprometida com o uso racional dos recursos, em desacordo com os princípios da ISO 50001 (Bovkun et al., 2021).

No que se refere à manutenção, nenhuma unidade possuía programa preventivo para sistemas elétricos, o que aumenta o risco de falhas e perda de eficiência. Foi constatada também a mescla inadequada de tipos de lâmpadas (LED, mistas e incandescentes), além de equipamentos que permanecem ligados desnecessariamente, fatores que comprometem ainda mais o desempenho energético das unidades.

### 4.3.2 LIMITAÇÕES TÉCNICAS E OPERACIONAIS PARA A GESTÃO ENERGÉTICA

Tecnicamente, a indisponibilidade das plantas arquitetônicas impossibilitou análises precisas do consumo por área útil (kWh/m<sup>2</sup>), conforme recomendação de Castrillón & Quintero (2018). As faturas simplificadas, sem dados sobre demanda contratada, horários de ponta ou fator de potência, limitaram o estudo de modalidades tarifárias e indicadores de desempenho (Chen et al., 2025).

Essas dificuldades evidenciam a necessidade de adaptar a ISO 50001 ao contexto da saúde pública, considerando restrições orçamentárias e culturais. Como ressaltam Dion, Evans & Farrell (2022), é essencial superar barreiras estruturais e cognitivas para viabilizar a sustentabilidade energética em ambientes complexos, como as UBS. Para tanto, recomenda-se investir em sensibilização da equipe, educação continuada, modernização mínima da infraestrutura elétrica e maior engajamento da gestão pública focado na eficiência.

Observações de campo indicaram também baixa ventilação natural, uso excessivo de iluminação artificial durante o dia e má distribuição dos pontos de energia, reforçando o impacto negativo sobre o desempenho energético.

O levantamento teve como objetivo identificar padrões de uso, variações entre unidades e oportunidades de melhoria. Contudo, os dados da Celesc restringiram-se ao consumo mensal total (kWh) de nove unidades, sem informações detalhadas sobre demanda, faixa horária ou fator de potência. A ausência das plantas arquitetônicas inviabilizou o cálculo do consumo específico e a análise do consumo em relação ao número de atendimentos e área útil.

Essas limitações impediram análises aprofundadas, como:

- Comparação entre modalidades tarifárias;
- Avaliação da eficiência energética por área construída;
- Correlação entre consumo energético e volume de atendimentos.

Mesmo assim, os dados coletados permitiram identificar padrões gerais de consumo e propor recomendações para melhoria da eficiência energética.

Embora não tenha sido realizada auditoria energética formal conforme a ISO 50001, devido à indisponibilidade de faturas detalhadas e documentos técnicos, a metodologia adotada seguiu os princípios da fase de Planejamento (Plan) do ciclo

PDCA. A aplicação dos questionários funcionou como diagnóstico inicial, identificando práticas de consumo, desperdícios e oportunidades de melhoria.

Essa limitação metodológica não comprometeu a identificação dos principais problemas e reforça a importância de ampliar a coleta de dados técnicos em estudos futuros, para viabilizar a implementação completa de sistemas de gestão energética no setor público.

Assim, os resultados alcançados demonstram a aplicação prática dos princípios da auditoria ambiental, garantindo que as conclusões apresentadas sejam baseadas em integridade, imparcialidade e evidência técnica. De acordo com a norma ISO 19011:2018, os princípios de integridade, apresentação justa, devido cuidado profissional, confidencialidade, independência e abordagem baseada em evidências formam a base para a realização ética e objetiva de auditorias ambientais (ISO, 2018).

Segundo o IBAMA (2016), seguir esses princípios assegura a transparência do processo e reforça a confiabilidade das recomendações apresentadas. Desse modo, os resultados apresentados foram analisados com base nesses princípios, garantindo que as análises e sugestões estejam em conformidade com os objetivos ambientais e institucionais do estudo.

## **4.5 RECOMENDAÇÃO**

As recomendações direcionadas às Unidades Básicas de Saúde (UBSs), fundamentadas no conceito de melhoria contínua por meio do Ciclo PDCA (Plan–Do–Check–Act), foram elaboradas com base no diagnóstico realizado em nove UBSs do município de Araranguá (SC). Essa abordagem visa aprimorar o desempenho energético de forma sistemática, promovendo a sustentabilidade operacional e a conformidade com o princípio da eficiência administrativa, conforme estipulado no artigo 37 da Constituição Federal de 1988. Ressalta-se que o Ciclo PDCA é amplamente adotado pela norma ISO 50001 (2018) como diretriz para a gestão da energia.

### **4.5.1 Planejar (Plan)**

4.5.1.1 Elaborar diagnóstico energético inicial: Assim como realizado neste trabalho, mesmo com limitações como a ausência de plantas arquitetônicas e dificuldades no acesso às faturas completas da concessionária, é possível aplicar diagnósticos utilizando faturas parciais, levantamentos de campo e entrevistas. Essa prática inicial é essencial para embasar ações subsequentes (ISO 50001:2018).

4.5.1.2 Estabelecer a linha de base energética e indicadores de desempenho: A exemplo deste estudo, o consumo mensal das UBSs pode ser usado como indicador inicial. A definição de uma linha de base energética permite mensurar a eficácia das ações implantadas e é recomendada por Castrillón e Quintero (2018) e Chen et al. (2025).

4.5.1.3 Formular uma política energética municipal: Verificou-se, nas unidades avaliadas, a ausência de diretrizes específicas relacionadas à eficiência energética. Recomenda-se a criação de uma política energética alinhada à Lei nº 12.187/2009, promovendo o uso racional da energia em serviços públicos (Loaiza-Pereira, 2020).

4.5.1.4 Definir metas e objetivos realistas: Considerando os limites orçamentários e técnicos identificados, é recomendável estabelecer metas compatíveis com a realidade local, como substituição de lâmpadas obsoletas, reorganização de espaços ou controle do uso de climatização (Loaiza-Pereira, 2020).

### **4.5.2 Executar (Do)**

4.5.2.1 Capacitar continuamente os funcionários: O diagnóstico revelou a inexistência de ações educativas sobre eficiência energética. A capacitação é um elemento essencial, sendo sua ausência uma das principais barreiras à adoção de boas práticas (BIZ, 2015).

4.5.2.2 Instalar sensores de presença e lâmpadas LED: Foram identificados espaços de uso esporádico com iluminação constante. A adoção de sensores e lâmpadas LED proporciona economia imediata e maior compatibilidade com a rotina operacional das UBSs (Eraikin Energy, 2022).

4.5.2.3 Melhorar a organização dos espaços e realizar manutenção preventiva: Algumas unidades apresentaram ambientes com baixa incidência de luz natural e equipamentos de climatização sem manutenção adequada. Intervenções simples, como reorganização dos ambientes e revisões periódicas, são recomendadas (Eraikin Energy, 2022).

4.5.2.4 Promover a conscientização dos usuários e servidores: A mudança de comportamento é fundamental para consolidar práticas de economia de energia. A participação ativa de todos os usuários reforça a responsabilidade coletiva (BIZ, 2015).

### **4.3.3 Verificar (Check)**

4.5.3.1 Acompanhar mensalmente o consumo de energia: Apesar das limitações no acesso às faturas, recomenda-se implementar um controle contínuo do consumo, comparando os resultados com as metas estabelecidas (Chen et al., 2025).

4.5.3.2 Realizar auditorias energéticas internas simplificadas: A utilização de checklists, como os aplicados neste trabalho, permite identificar falhas operacionais, como luzes acesas em ambientes desocupados ou uso inadequado de climatizadores (Decreto nº 9.203/2017).

4.5.3.3 Avaliar o desempenho dos indicadores energéticos: Com base no monitoramento contínuo e nas auditorias, os indicadores definidos na etapa de planejamento devem ser revisados e ajustados periodicamente (Castrillón e Quintero, 2018).

### **4.5.4 Agir (Act)**

4.5.4.1 Corrigir falhas e redefinir estratégias: O ciclo de melhoria contínua pressupõe que as falhas identificadas sejam tratadas e que as ações corretivas estejam em constante atualização (ISO 50001:2018).

4.5.4.2 Documentar boas práticas: Experiências bem-sucedidas devem ser formalizadas como Procedimentos Operacionais Padrão (POP), com potencial de replicação em outras unidades.

4.5.4.3 Incentivar o engajamento institucional: A integração da eficiência energética aos objetivos estratégicos da Secretaria Municipal de Saúde fortalece a institucionalização das práticas sustentáveis (Loaiza-Pereira, 2020).

4.5.4.4 Buscar parcerias com programas governamentais: O PROCEL e outros programas de incentivo à eficiência energética no setor público podem viabilizar recursos e suporte técnico para ações estruturais (BIZ, 2015).

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo diagnosticou o desempenho energético das Unidades Básicas de Saúde (UBSs) de Araranguá (SC), evidenciando uma ineficiência sistêmica. A auditoria energética, baseada nas normas ISO 50001 e ISO 50002, identificou lacunas na infraestrutura, na gestão e na cultura organizacional, prejudicando a sustentabilidade e a eficiência dos serviços.

A análise do consumo, com dados da CELESC, mostrou variações significativas entre as unidades, com picos nos meses mais quentes. Destacam-se as UBS 04, 07 e 01, que juntas respondem por 45% do consumo total, tornando-se prioritárias para intervenções.

Foram apontados três desafios principais: infraestrutura inadequada (como ausência de sensores de presença e manutenção insuficiente), deficiência na gestão (falta de planos preventivos e monitoramento) e uma cultura organizacional pouco engajada, sem treinamentos que incentivem práticas sustentáveis.

Diante disso, recomenda-se modernizar a infraestrutura (incluindo automação da iluminação), implementar políticas de manutenção preventiva e programas de capacitação, estruturados conforme o ciclo PDCA previsto na ISO 50001, visando reduzir o consumo energético em até 40%, conforme a literatura.

Assim, a pesquisa atingiu seu objetivo geral, oferecendo um diagnóstico claro e um conjunto de ações estratégicas fundamentadas no PDCA para que a gestão municipal otimize recursos e promova a sustentabilidade no setor de saúde pública.

## 5.2 TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou um diagnóstico inicial da eficiência energética em dez Unidades Básicas de Saúde (UBS) no município de Araranguá, SC, com base em observações in loco, questionários aplicados aos profissionais das unidades e análise parcial das faturas de energia elétrica. No entanto, algumas limitações, especialmente relacionadas ao acesso completo às informações técnicas das contas de luz, impediram uma avaliação mais detalhada do perfil de consumo energético de cada unidade. Diante disso, sugere-se que futuros estudos considerem as seguintes possibilidades de aprofundamento e ampliação da pesquisa:

**Incluir dados completos das faturas de energia elétrica:** A análise das contas de luz fornecidas pela Celesc foi prejudicada pela ausência de informações relevantes, como demanda contratada, demanda medida, horário de ponta, fator de potência, modalidade tarifária e consumo em kWh por faixa horária. Esses dados são essenciais para identificar padrões de consumo, desperdícios ocultos, oportunidades de correção de contratos e avaliação mais precisa da eficiência energética.

**Ampliar a aplicação da metodologia para outras unidades da rede municipal de saúde:** Além das UBS, recomenda-se expandir o estudo para outras estruturas geridas pela Secretaria Municipal de Saúde, como as Unidades de Pronto Atendimento (UPAs), farmácias públicas, centros de especialidades e estruturas administrativas. Essa ampliação permitiria uma visão mais abrangente do consumo de energia no setor da saúde pública local.

**Replicar o estudo em outros municípios:** Aplicar a mesma metodologia em municípios vizinhos ou em outras regiões do estado de Santa Catarina pode permitir comparações e a criação de indicadores regionais de desempenho energético em unidades públicas de saúde. Essa replicação também ajudaria a verificar a aplicabilidade da abordagem adotada em diferentes contextos administrativos e estruturais.

**Integrar a análise de eficiência energética com dados financeiros:** Sugere-se que estudos futuros considerem a correlação entre o consumo de energia e os custos financeiros associados, identificando, por exemplo, o impacto do consumo em

períodos de ponta, o custo do kWh por unidade, e possíveis benefícios econômicos com a migração para modalidades tarifárias mais vantajosas.

**Aplicar ferramentas tecnológicas para análise em tempo real:** O uso de analisadores de energia, sensores de presença, sensores de luminosidade e sistemas de automação predial pode enriquecer o diagnóstico com dados mais precisos e contínuos, permitindo intervenções mais eficazes.

**Desenvolver planos de ação baseados nos resultados energéticos:** Futuras pesquisas podem incluir a criação de planos estratégicos personalizados para cada unidade, utilizando os dados levantados para propor intervenções de baixo custo, com cronogramas, responsáveis definidos e estimativa de retorno energético e financeiro.

Essas propostas buscam não apenas superar as limitações identificadas neste trabalho, mas também consolidar uma cultura de gestão energética no setor público, contribuindo para a sustentabilidade, a economicidade e a melhoria dos serviços prestados à população.

## REFERÊNCIAS

**ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia.** Guia de Eficiência Energética em Edificações Públicas. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.abesco.com.br>. Acesso em: 31 jul. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Programa de Eficiência Energética - Agência Nacional de Energia Elétrica.** [S.l.], 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 231, p. 119-129, 9 dez. 2021.

ANDRADE, B. H. S. et al. **Eficiência do gasto público no âmbito da saúde: uma análise do desempenho das capitais brasileiras.** Revista Paranaense de Desenvolvimento, v. 38, n. 132, p. 163-179, 2017.

ARAÚJO, Gabrielle Souza de; MENDES, Luiz Fernando Rosa. Energia renovável ou energia “limpa”? Uma busca pela percepção conceitual nos alunos do curso técnico em Meio Ambiente. **Vértices (Campos dos Goitacazes)**, vol. 20, n. 3, p. 408-427, set./dez. 2018. DOI: 10.19180/1809-2667.v20n32018p408-427

ARYA, A. et al. An action plan for reducing power wastage in technical university. In: **International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT)**, Kumaracoil, India, 2016, pp. 765-771, DOI: 10.1109/ICCICCT.2016.7988055.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 19011: Diretrizes para auditoria de sistemas de gestão.** Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BALVEDI, Bruna Faitão; SCHAEFER, Aline; BAVARESCO, Mateus Vinícius; ECCEL, João Vítor; GHISI, Enedir. **Identificação de perfis de comportamento do usuário para edificações residenciais multifamiliares e naturalmente ventiladas em Florianópolis.** *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 149–160, jul./set. 2018. DOI: 10.1590/S1678-86212018000300273. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/78137>. Acesso em: 31 jul. 2025.

BENAVIDES, J. R. R. **A auditoria energética como ferramenta para o aproveitamento do potencial de conservação de energia: O caso das edificações do setor educacional.** Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BIZ, André Vinicius. **Auditoria energética com ênfase em condicionamento ambiental, aplicado no DEE – CCT - UDESC.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC, 2015.

BOVKUN, Aleksandr S. et al. Energy management using the ISO 50001 standard. In: **2021 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems (ICOECS)**. IEEE, 2021. p. 566-569. DOI: 10.1109/ICOECS52783.2021.9657165.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 20 fev. 2025.

BRASIL. **Decreto n. 9.073, de 5 de junho de 2017**. Promulga o Acordo de Paris, sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, concluído em Paris, em 12 de dezembro de 2015. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 154, n. 108, p. 2, 6 jun. 2017. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm). Acesso em: 10/jun/2025.

BRASIL. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 20 set. 1990. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8080.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm). Acesso em: 20 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001**. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 138, n. 200, p. 2, 18 out. 2001.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 146, n. 250, p. 8-10, 30 dez. 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2034. Brasília: MME, 2025**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-decenal-de-expa-nsao-de-energia>. Acesso em: 4 jun. 2025.

BRITO, E. H. G. de. **Tarifas de distribuição de energia elétrica no Brasil: aperfeiçoamento da metodologia tarifária a partir de parâmetros de continuidade do serviço, sustentabilidade econômico-financeira e simplicidade regulatória**. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

BURCH, Helen R. et al. Renewable energy use in Australian public hospitals. The Medical Journal of Australia, v. 214, n. 8, p. 370-376, 2021. Disponível em: <<https://www.mja.com.au/journal/2021/renewable-energy-use-australian-public-hospitals>>. Acesso em: 02 julho. 2025.

CASIMIRO, C. J. S. **Auditorias energéticas em estações de tratamento de águas residuais. 2013**. Dissertação (Mestrado em Energia e Ambiente) - Universidade de Évora, Évora, Portugal.

CEBALLOS, Luis Enrique Loor; ZAMBRANO, José Alberto Macías. **ahorrar energía en el Hospital de Jipijapa en base a la norma ISO 5001**. Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies, v. 3, n. 7, p. 94-101, 2022. DOI: 10.51798/sijis.v3i7.513.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica. 5. ed. São Paulo**: Prentice Hall, 2002.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 306**, de 05 de julho de 2002. Estabelece requisitos mínimos e procedimentos para a realização de auditorias ambientais. Brasília, DF: CONAMA, 2002.

COOK, M. J.; SHUKLA, Y.; RAWAL, R.; ANGELOPOULOS, C.; CARUGGI-DE-FARIA, L.; LOVEDAY, D.; SPENTZOU, E.; PATEL, J. **Integrating low energy cooling and ventilation strategies in Indian residences**. *Buildings & Cities*, v. 3, n. 1, p. 279–296, 2022. DOI: 10.5334/bc.197. Disponível em: <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.197>. Acesso em: 31 jul. 2025.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and conducting mixed methods research**. 2. ed. Los Angeles: SAGE Publications, 2011.

D'ANDREAMATTEO, Antonio; RANALLI, Gabriele; DI GIAMMARCO, Domenico; BARBA, Ivano. **Transizione green e Partenariati Pubblico Privato. Il caso della Aou Senese**. *Mecosan – Management ed Economia della Sanità*, n. 116, p. 21–44, 2023. DOI: 10.3280/mesa2023-126oa17477

DADI, Daniele; INTRONA, Vito; SANTO LAMAZZA, Annalisa; SALVIO, Marcello; MARTINI, Chiara; PASTURA, Tiberio; MARTINI, Fabrizio. **Private hospital energy performance benchmarking using energy audit data: an Italian case study**. *Energies*, Basel, v. 15, n. 3, art. 806, 2022. DOI: 10.3390/en15030806. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en15030806>. Acesso em: 31 jul. 2025.

DION, Helen; EVANS, Martin; FARRELL, Peter. **Hospitals management transformative initiatives; towards energy efficiency and environmental sustainability in healthcare facilities**. *Journal of Engineering, Design and Technology*, v. 21, n. 2, p. 552-584, 2023. DOI: 10.1108/JEDT-04-2022-0200

EUROPEAN COMMISSION. **Energy Efficiency First: Key to a Climate-Neutral Europe**. 2020. Disponível em: <https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency>. Acesso em: 20 fev. 2025.

FIRDAUS, Nofirman; AB-SAMAT, Hasnida; PRASETYO, Bambang Teguh. **Maintenance strategies and energy efficiency: a review**. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 29, n. 3, p. 640-665, 2023. DOI: 10.1108/JQME-06-2021-0046

FIRDAUS, N.; SAMAT, H. A.; MOHAMAD, N. **Maintenance for Energy Efficiency: A Review**. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 530, n. 1, art. nro 012047, 2019. DOI: 10.1088/1757-899X/530/1/012047. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/530/1/012047>.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GHISI, E.; VIEIRA, A. S.; ROSA, A. S.; MARINOSKI, A. K.; SILVA, A. S.; BALVEDI, B. F.; ALMEIDA, L. S. S. **Uso racional de água e eficiência energética em habitações de interesse social. Volume 2: Uso de fontes alternativas de água**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC / LabEEE, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

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

GUENFAF, A.; ZAFOUNE, Y. An IoT ML-Based system for Energy Efficiency in smart homes. In: IEEE World AI IoT Congress (AllIoT), Seattle, WA, USA, 2023. p. 0198-0203. DOI: 10.1109/AllIoT58121.2023.10174484.

HOHNE, P. A. et al. **Economic Power Dispatch for Energy Cost Reduction of a Hybrid Energy System Considering Maximum Demand Charges and Time-based Pricing in a Healthcare Institution**. In: 6th IEEE International Energy Conference (ENERGYCon), Gammarth, Tunisia, 2020. p. 395-400. DOI: 10.1109/ENERGYCon48941.2020.9236501.

HU, H.; COHEN, G.; SHARMA, B.; YIN, H.; McCONNELL, R. **Sustainability in Health Care**. Annual Review of Environment and Resources, v. 47, p. 513-544, 2022.

OCKÉ-REIS, Carlos Octávio et al. **SUS: avaliação da eficiência do gasto público em saúde**. IPEA, Conass e Opas/OMS, 2023. Disponível em: <https://www.conass.org.br/biblioteca/sus-avaliacao-da-eficiencia-do-gasto-publico-em-saude/>. Acesso em 05 de junho de 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Investment 2021**. 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2021>. Acesso em: 1 mar. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados: Araranguá**. [Rio de Janeiro]: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/ararangua.html>. Acesso em: 06/11/2025

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). *Guia de Referência para Programas de Boas Práticas Ambientais*. Brasília, DF: IBAMA, 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 50001:2011 — Sistemas de gestão de energia — Requisitos com orientações para uso**. Genebra: ISO, 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 50002:2014 — Energy audits — Requirements with guidance for use**. Genebra: ISO, 2014.

JEMMAD, Kamal; HMIDAT, Abdelhamid; SAAD, Abdallah. **Developing an aggregate metric to measure and benchmarking energy performance.** International Journal of Sustainable Engineering and Production Management (IJSEPM), Aalborg, v. 6, n. 2, p. 11-19, 2019. DOI: 10.5278/ijsepm.3383.

KAMALUDDIN, K. A.; IMRAN, M. S.; YANG, S. S. **Development of energy benchmarking of Malaysian government hospitals and analysis of energy savings opportunities.** Journal of Building Performance, v. 7, n. 1, p. 72–87, 2016. DOI: não formalizado, mas os dados indicam que sim. Disponível em: <http://spaj.ukm.my/jsb/index.php/jbp/article/view/197/0>. Acesso em: 31 jul. 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LI, Wen Tai; TUSHAR, Wayes; YUEN, Chau; NG, Benny Kai Kiat; CHEW, Kwee Tiang. **Energy efficiency improvement of solar water heating systems – An IoT based commissioning methodology.** Energy and Buildings, v. 224, article 110231, out. 2020. DOI: 10.1016/j.enbuild.2020.110231.

LIMA, A. C. M. G. D., NICHATA, L. Y. I., & BONFIM, D. **Perfil dos atendimentos por condições sensíveis à Atenção Primária à Saúde em uma Unidade de Pronto Atendimento.** Revista da Escola de Enfermagem da USP, 53, e03414, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2017042103414>

LOAIZA-PEREIRA, Sebastián Ismael. **Modelo de Gestión de la Energía para el Sistema de Vapor del Hospital San Juan de Dios bajo los Criterios de la Norma INTE/ISO 50001.** Monografía. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electromecánica, 2020.

MASRANI, Afiqah Syamimi et al. **Five Decades of Research Progress in Air Pollution, Children’s Respiratory Health, and Emergency Department Visits: A Bibliometric Analysis.** Cureus, v. 15, n. 4, 2023. DOI: 10.7759/cureus.37151.

MEDEIROS, R. D. V. V., COSTA, J. G. A. D., & CARDOSO, L. C. B. **O efeito das UPAs na taxa de internações por condições sensíveis à atenção primária.** Estudos Econômicos. São Paulo, 51, 677-698, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-53575142rjl>

MENDES, Eugênio Vilaça. **As redes de atenção à saúde.** Ciência & saúde coletiva, v. 15, p. 2297-2305, 2010. Disponível em: <https://www.conass.org.br/bibliotecav3/pdfs/redesAtencao.pdf> Acesso em: 26 de julho de 2025.

SOUSA DE MELO, Mayara Régia et al. **Driving energy sustainability and strategic climate action at a Brazilian public university: a case study of UNICAMP.** International Journal of Sustainability in Higher Education, 2025. DOI: 10.1108/IJSHE-10-2024-0732.

MUBAROK; PRIYATAMA, Arry. **Energy audit of Panti Rapih hospital using hybrid energy system based on Arduino Microcontroller.** In: International Conference on

Physics and Applied Physics, 2., Surakarta, Indonésia. Bristol, UK: IOP Publishing, 2018. p. 012002.

Nações Unidas (ONU). **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 06 maio 2024.

NIŽETIĆ, S.; DJILALI, N.; PAPADOPOULOS, A.; RODRIGUES, J. J. **Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management**. *Journal of cleaner production*, v. 231, p. 565-591, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.04.397.

NREL. Advanced energy design guide for small hospitals and healthcare facilities: technical support document. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, 2008. (NREL/TP-550-46314). Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy10osti/46314.pdf>. Acesso em: 02 julho. 2025.

OLATUNDE, T. M. et al. **The Impact of Smart Grids on Energy Efficiency: A Comprehensive Review**. *Engineering Science & Technology Journal*, v. 5, n. 4, p. 1257-1269, 2024. DOI: 10.51594/estj.v5i4.1016.

PARANHOS, R. et al. **Uma introdução aos métodos mistos**. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 31, n. 92, p. 133-152, 2016. DOI: 10.1590/15174522-018004221.

PSILLAKI, Maria; APOSTOLOPOULOS, Nikolas; MAKRIS, Ioannis; LIARGOVAS, Panagiotis; APOSTOLOPOULOS, Sophia; DIMITRAKOPOULOS, Panagiotis; SKLIAS, Giorgos. **Hospitals' energy efficiency in the perspective of saving resources and providing quality services through technological options: a systematic literature review**. *Energies*, Basel, v. 16, n. 2, art. 755, 2023. DOI: 10.3390/en16020755. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16020755>. Acesso em: 31 jul. 2025

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 18.381, de 16 de agosto de 2022. **Institui o Programa Estadual de Estímulo à Geração e Aproveitamento de Energia Elétrica Solar e outras fontes renováveis de energia elétrica no Estado do Rio Grande do Sul - Geração Solar Gaúcha, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, n. 159, 17 ago. 2022.

RODRIGUES, A. C. N. M. et al. **Avaliação da efetividade da manutenção preventiva na redução de custos e maior disponibilidade de equipamentos biomédicos**. Trabalho de Conclusão de Curso, Unifesp, 2024.

RONALTER, Louis Maximilian; POLTRONIERI, Camila Fabrício; GEROLAMO, Mateus Cecílio. **ISO management system standards in the light of corporate sustainability: a bibliometric analysis**. *The TQM Journal*, v. 35, n. 9, p. 256–298, 2023. DOI: 10.1108/tqm-09-2022-0279.

SANT'ANA, J. P.; NASCIMENTO, L. F. **Estratégias de manutenção: otimizando custos e aumentando a eficiência operacional**. *Revista FOCO*, v. 17, n. 10, artigo e6134, 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n10-014. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/6134>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SANTOS, Franciele Almeida dos; ALMEIDA, Antonio Gabriel Souza. **Estimativa do consumo de energia em um hospital no nordeste do Brasil**. International Journal of Development Research, [S. l.], v. 12, n. 09, p. 59234-59241, set. 2022. DOI: 10.37118/ijdr.25398.09.2022.

SANTOS UNIGUAÇU, J. C.; BAUER, C. M. **A importância da manutenção preventiva em equipamentos hospitalares**. Renovare, v. 2, 2022/2023. Disponível em: <https://book.ugv.edu.br/index.php/renovare/article/view/1024>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SILVA, B. V. F. et al. **Sustainable, green, or smart? Pathways for energy-efficient healthcare buildings**. Sustainable Cities and Society, v. 100, p. 105013, 2024.

SZKLO, A. S.; SOARES, J. B.; TOLMASQUIM, M. T. **Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector**. Energy Conversion and Management, v. 45, n. 13-14, p. 2075-2091, 2004. DOI: 10.1016/j.enconman.2003.10.019.

THOMPSON, M. J. et al. **The global burden of diagnostic errors in primary care**. BMJ Quality & Safety, v. 26, n. 6, p. 484, 2016.

TOLEDO, A. F. de; DEMAJOROVIC, J. **Atividade Hospitalar: Impactos ambientais e estratégias de ecoeficiência**. INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, v. 1, n. 2, art. 4, dez. 2006.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Função Saúde**. Fatos Fiscais, 2023. Disponível em: <https://sites.tcu.gov.br/fatos-fiscais/saude.html>. Acesso em: 5 ago. 2025.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VIEIRA, Elder Faria. **Gestão de energia em hospitais: estudo de caso no Hospital São Marcos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG, Itumbiara, 126p. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1346>. Acesso em: 07 de maio de 2024.

ZADEY, Swapnil; CHAFLE, Srushti; LILHAHRE, A. S. Analysis of various parameters by energy audit. In: **International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)**. IEEE, 2016. p. 1560-1564. DOI: 10.1109/ICCSP.2016.7754421.

PAVANI, D.R. **Estudos de eficiência energética aplicada à iluminação**. 2021, 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021.

## ANEXO I



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE**  
RODOVIA GOVERNADOR JORGE LACERDA, Nº 3201, JARDIM DAS AVENIDAS  
CEP: 88906-072 - ARARANGUÁ - SC

Araranguá, 25 de outubro de 2024.

### ANUÊNCIA

**À Secretária Municipal de Saúde**  
**Município de Araranguá -SC**

Prezada Secretária Municipal de Saúde, Sra. Daiane Biff:

Vimos por meio deste ofício, solicitar a autorização para a realização da pesquisa intitulada “*Auditoria energética como ferramenta para o aproveitamento do potencial de conservação da energia: um estudo de caso das unidades básicas de saúde de Araranguá-SC*”, que tem como objetivo inicial realizar uma auditoria energética nos estabelecimentos do município, através da coleta de dados e questionários com os gestores responsáveis de cada unidade. Como consequência da análise de dados, pretende-se desenvolver uma metodologia de análise e gerenciamento da eficiência energética e sustentabilidade específica para as unidades de saúde com base nas recomendações das normas ISO 50001 e ISO 50002.

Com o objetivo de atender às exigências legais, os representantes das instituições envolvidas no projeto declaram estar cientes e de acordo com seu desenvolvimento nos termos propostos, e que todos os cuidados éticos, explicitados na Resolução CNS 466/12, serão respeitados.

A pesquisadora responsável se compromete a:

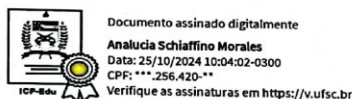
1. Assegurar a privacidade das pessoas envolvidas, de modo a proteger suas informações, bem como garantir que as informações coletadas não serão utilizadas em prejuízo dessas pessoas e/ou instituições, respeitando deste modo as diretrizes éticas da pesquisa.
2. Os dados coletados das unidades básicas de saúde serão anonimizados tendo a garantia de seus nomes e localidades preservados.
3. A pesquisa consiste em visita técnica às instalações e coleta de dados de uso de energia elétrica das unidades básicas de saúde. Pretende-se observar a instalação de sistemas de climatização, iluminação, (caso haja) sistemas de bombeamento de água, equipamentos



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE**  
 RODOVIA GOVERNADOR JORGE LACERDA, Nº 3201, JARDIM DAS AVENIDAS  
 CEP: 88906-072 - ARARANGUÁ - SC

- médicos, entre outros. Verificar manutenção dos sistemas elétricos e equipamentos, seu uso real em comparação com a demanda e o consumo registrado. Coletar dados histórico de consumo elétrico das instalações (últimos 12 meses). Realizar entrevistas com os funcionários de gestão de operações e manutenção para entender as práticas de gestão de energia existentes, identificar possíveis problemas e ouvir sugestões de melhoria. Identificar o nível de conscientização dos funcionários em relação às políticas de eficiência energética.
4. Pretende-se realizar as coletas de dados no período de novembro e dezembro de 2024, e se for necessário janeiro de 2025, dado o período de recesso de final de ano.

Solicito, portanto, acesso às instalações para o mestrando **Pedro Focola Luís** e anuência da secretaria de saúde para a realização da pesquisa. Nos comprometemos posteriormente, em apresentar o resultado da pesquisa através de uma metodologia específica para auxiliar no consumo consciente de energia através de melhores práticas identificadas durante o estudo.



Profa. Dra. Analúcia Schiaffino Moraes  
 Professora Responsável

**Parecer da Instituição:**

Concordamos com a solicitação     Não concordamos com a solicitação

Prefeitura Municipal de Aracaju    Prefeitura Municipal de Aracaju  
 D. Jane Biff    D. Jane Biff  
 Secretária de Saúde    Secretária de Saúde

(Assinatura e Carimbo, se houver)

Nome do Responsável: *Jane Biff*  
 Cargo: *Secretaria de Saúde*



## ANEXO II

### Questionário de Eficiência Energética em UBS

#### Eficiência Energética – Coleta de Dados

Informações Básicas

Nome da unidade de saúde:

Número de funcionários:

Dias e horários de funcionamento:

#### **SOBRE MANUTENÇÃO:**

1. **Equipamentos elétricos:** Os equipamentos são desligados quando os ambientes estão vazios?
  - ( ) Sim
  - ( ) Não
  - ( ) As vezes
  - ( ) Outros:
2. **Programas de Manutenção:** Existe um plano de manutenção regular para os aparelhos médicos?
  - ( ) Sim, manutenção regular
  - ( ) Manutenção eventual
  - ( ) Não há manutenção

#### **Iluminação**

3. **Tipos de Lâmpadas:** Quais tipos de lâmpadas são utilizados nas áreas internas e externas da unidade?
  - ( ) LED
  - ( ) Fluorescentes
  - ( ) Incandescentes
  - ( ) Mistas
  - ( ) Outros:
4. **Controle de Iluminação:** Existem sensores de presença para controlar a iluminação em áreas de menor uso?
  - ( ) Sim, em todas as áreas necessárias
  - ( ) Sim, em algumas áreas
  - ( ) Não

5. **Monitoramento do Consumo:** Existe um sistema de monitoramento do consumo de energia em tempo real?
- ( ) Sim
  - ( ) Não
6. **Treinamento e Conscientização:** Os funcionários recebem treinamentos sobre práticas de eficiência energética?
- ( ) Sim, regularmente
  - ( ) Sim, esporadicamente
  - ( ) Não
7. **Uso e Consumo:** As luzes ficam acesas durante todo o expediente ou existe algum controle automático para desligamento?
- ( ) Ficam acesas durante todo o expediente
  - ( ) Desligamento automático em horários específicos
  - ( ) Desligamento manual
8. **Manutenção de equipamento de iluminação:** Há um programa de manutenção para substituição de lâmpadas queimadas ou ineficientes? Com que frequência isso ocorre?
- ( ) Semanal
  - ( ) Mensal
  - ( ) Semestral
  - ( ) Não há programa de manutenção definido
9. **Ventilação Natural:** As janelas, portas ou abertura estão adequadamente posicionadas para maximizar a circulação de ar natural?
- ( ) Sim
  - ( ) Não
  - ( ) Não sabe informar
  - ( ) não em todos compartimentos
  - ( ) outros
  -

### **Climatização**

10. **Equipamentos de Climatização:** Quais equipamentos de climatização são utilizados na UBS?
- ( ) Ar-condicionado
  - ( ) Ventiladores
  - ( ) Exaustores
  - ( ) Câmara fria
- ( ) Freezer
- ( ) Geladeira
11. **Uso Contínuo de equipamentos de Climatização:** Esses equipamentos operam continuamente ou são desligados em horários específicos?
- ( ) Operam continuamente
  - ( ) São desligados em horários específicos
  - ( ) Desligamento manual conforme necessidade

- ( ) Alguns operam continuamente e outros são desligado em específico
- ( ) outros

<b>Informações adicionais relevantes</b>		
Número de salas da unidade		
<b>Quantidade de lâmpadas por sala e modelo</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		
Demais peças		
<b>Quantidade de equipamentos de ar por sala</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		
Demais peças		

<b>Informações adicionais relevantes</b>		
Número de salas da unidade		
<b>Quantidade de geladeira</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		
Demais peças		
<b>Quantidade de freezer</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		
Demais peças		
<b>Quantidade de ventiladores</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		
Demais peças		
<b>Quantidade de câmara fria</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		
Demais peças		

<b>Informações adicionais relevantes</b>		
Número de salas da unidade		
<b>Quantidade de computadores</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		
Demais peças		
<b>Quantidade de Autoclave</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		
Demais peças		
<b>Quantidade de geladeira</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		
Demais peças		
<b>Outros equipamentos elétricos</b>		
Sala 1		
Sala 2		
Sala 3		
Sala 4		
Sala 5		
Cozinha		