

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

**JULIANO RIBEIRO**

**ENERGIA RENOVÁVEL: BENEFÍCIOS ALCANÇADOS FRENTE AOS  
INVESTIMENTOS EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CAMPUS BENTO  
GONÇALVES DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL DE DO SUL**

**CAXIAS DO SUL**

**2026**

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**  
**CURSO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

**JULIANO RIBEIRO**

**ENERGIA RENOVÁVEL: BENEFÍCIOS ALCANÇADOS FRENTE AOS**  
**INVESTIMENTOS EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CAMPUS BENTO**  
**GONÇALVES DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Projeto de Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientadora: Profa. Dra. Janine Fleith de Medeiros

**CAXIAS DO SUL**

**2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

R484e Ribeiro, Juliano

Energia renovável [recurso eletrônico] : benefícios alcançados frente aos investimentos em energia solar fotovoltaica no Campus Bento Gonçalves do Instituto Federal do Rio Grande do Sul / Juliano Ribeiro. – 2026.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2026.

Orientação: Janine Fleith de Medeiros.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Energia solar. 2. Energia - Consumo - Aspectos econômicos. 3. Sustentabilidade. 4. Administração pública. 5. Inovação. I. Medeiros, Janine Fleith de, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 621.311.243

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)  
Ana Guimarães Pereira - CRB 10/1460

**JULIANO RIBEIRO**

**ENERGIA RENOVÁVEL: BENEFÍCIOS ALCANÇADOS FRENTE AOS  
INVESTIMENTOS EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CAMPUS BENTO  
GONÇALVES DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Projeto de Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientadora: Profa. Dra. Janine Fleith de Medeiros

**Aprovado em: 07/04/2026**

**BANCA EXAMINADORA:**

Profa. Dra. Janine Fleith de Medeiros (Orientadora)

Profa. Dr. Giselle Ribeiro de Souza (Avaliador IFRS)

Prof. Dr. Roberto Birch Gonçalves (Avaliador UCS)

Prof.Dr. Gabriel Vidor (Avaliador UCS)

## RESUMO

O consumo global de energia ainda é predominantemente suprido por fontes fósseis, o que impõe desafios ambientais e financeiros às organizações públicas. Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica tem se consolidado como alternativa estratégica para racionalização de recursos e fortalecimento da sustentabilidade institucional. O presente estudo teve como objetivo identificar os benefícios percebidos frente aos investimentos em energia solar fotovoltaica no Campus Bento Gonçalves do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS). Trata-se de pesquisa exploratória e descritiva, com abordagem predominantemente qualitativa, complementada por análise descritiva de dados de consumo e custos energéticos no período de 2020 a 2025. Os resultados evidenciam redução média de aproximadamente 16,5% nos custos anuais de energia elétrica após a operação plena da usina fotovoltaica, além de diminuição do consumo da rede convencional, maior previsibilidade orçamentária e fortalecimento da autonomia energética institucional. Observou-se ainda integração da infraestrutura instalada às atividades de ensino e gestão, consolidando o investimento como prática de inovação pública sustentável. Conclui-se que a experiência analisada gerou benefícios econômicos mensuráveis e fortaleceu a sustentabilidade organizacional, configurando-se como modelo replicável na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

**Palavras-chave:** Energia solar fotovoltaica. Sustentabilidade. Gestão pública. Inovação institucional.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema dos Sistemas Solares Fotovoltaicos.....	21
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo interinstitucional de projetos fotovoltaicos na Rede Federal.....	30
Tabela 2: Especificações técnicas da usina fotovoltaica – Campus Bento Gonçalves.....	32
Tabela 3: Estatísticas médias consolidadas (2020–2022).....	34
Tabela 4: Estatísticas médias consolidadas (2023–2025).....	34
Tabela 5: Variação percentual pré e pós-usina.....	35

## SUMÁRIO

### 1 INTRODUÇÃO

- 1.1 TEMA E PROBLEMA de pesquisa
- 1.2 OBJETIVOS
  - 1.2.1 Objetivo Geral
  - 1.2.2 Objetivos Específicos
- 1.3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO
- 1.4 ADERÊNCIA DO PROJETO A LINHA DE PESQUISA

### 2 REFERENCIAL TEÓRICO

- 2.1 O AGIR ORGANIZACIONAL
  - 2.1.1 A organização como agir social
  - 2.1.2 A interação na teoria do agir social
- 2.2 SUSTENTABILIDADE
  - 2.2.1 Segmentos da sustentabilidade organizacional
  - 2.2.2 Competências para a sustentabilidade organizacional
  - 2.2.3 Sustentabilidade organizacional estratégica
  - 2.2.4 Sustentabilidade e a ecoeficiência
- 2.3 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

- 4.1 INTRODUÇÃO
- 4.2 PDI E OBJETIVOS DE SUSTENTABILIDADE
- 4.3 PROCESSO DE INSTALAÇÃO DA USINA NO CAMPUS
  - 4.3.1 Etapa de Planejamento e Diagnóstico (2018–2019)
  - 4.3.2 Etapa de Execução e Implantação (2020–2022)
  - 4.3.3 Etapa de Monitoramento e Consolidação (2023–2025)
- 4.4.1 Período pré-operação plena (2020–2022)
- 4.4.2 Período pós-operação plena (2023–2025)
- 4.4.3 Comparação consolidada
- 4.5 DISCUSSÃO
  - 4.5.2 Desafios e Condições para a Expansão
  - 4.5.3 Impacto Institucional e Sustentabilidade do Modelo

**5 CONCLUSÃO**

**REFERÊNCIAS.....39**

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto atual, a energia solar fotovoltaica emerge como uma alternativa viável às fontes convencionais de energia. Inicialmente, essa tecnologia era restrita a regiões remotas, sem acesso às redes de transmissão (Lopez, 2012), mas, ao longo das décadas, sua aplicação foi ampliada, impulsionada por avanços tecnológicos e políticas públicas. Atualmente, a geração fotovoltaica se destaca como uma alternativa estratégica para a transição energética, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e mitigando os impactos das mudanças climáticas (Silva, 2015).

A crise energética, intensificada por eventos como o racionamento de energia no Brasil em 2001, impulsionou iniciativas para a diversificação da matriz elétrica nacional (Cabral, 2012). Um marco regulatório importante foi a Resolução nº 482/2012 da ANEEL, que estabeleceu condições para a micro e minigeração distribuída, permitindo a compensação de créditos de energia (Nakabayashi, 2015). Contudo, apesar desse avanço, a participação da energia solar na matriz elétrica brasileira ainda é incipiente, correspondendo a apenas 0,01% da produção nacional (Aneel, 2024).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar a inserção da energia solar fotovoltaica no Campus Bento Gonçalves do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS). Considerada um elemento central para um futuro sustentável (Elkington, 2018), os sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição têm grande potencial para auxiliar na diversificação da matriz elétrica do país, muito em função das condições naturais favoráveis (De Faria Jr. *et al.* 2017). Ademais, entende-se ser pertinente conhecer como se dá agir organizacional em uma organização pública.

Teoricamente, conforme Munck *et al.* (2015), o agir organizacional fundamenta-se em estratégias baseadas nos recursos internos disponíveis, que articulam a percepção de necessidade de mudança com os recursos necessários para sua implementação. Esse ciclo estratégico sustenta-se na recombinação e no desenvolvimento contínuo dos recursos organizacionais, favorecendo a adaptabilidade e a resiliência frente às transformações ambientais.

As organizações envolvidas ativamente no debate sobre a sustentabilidade buscam constantemente identificar maneiras pelas quais possam desenvolver novas formas de produção e de gestão de recursos que confluem para o aprimoramento de práticas relacionadas com cada um dos pilares que a fundamentam. É necessário reconhecer que o comportamento das organizações, refletindo as demandas de movimentos internos e externos ao ambiente

organizacional, suscita o reposicionamento e a reconsideração de atitudes e comportamentos. Tais atitudes procuram estar inseridas no posicionamento estratégico que direciona o comportamento socioeconômico dessas organizações, motivo pelo qual a sucessão de mudanças, na busca de alinhamento com os anseios da sociedade, governo e demais entidades, se torna um desafio na busca de um desenvolvimento sustentável (Kuzma *et al.*, 2017).

Diante desse contexto, formula-se a seguinte questão de pesquisa: quais os benefícios percebidos frente aos investimentos em energia solar fotovoltaica no Campus Bento Gonçalves do Instituto Federal do Rio Grande do Sul?

O objetivo geral consiste em identificar tais benefícios, considerando dimensões econômicas, institucionais e estratégicas, à luz do referencial teórico sobre agir organizacional e sustentabilidade.

## 1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

A energia elétrica é de essencial importância para o desenvolvimento da sociedade moderna, o que causa um aumento contínuo no seu consumo, geração e armazenamento nas instituições públicas e privadas. Entretanto, a maior parte da demanda mundial de energia é suprida através da geração por meio de combustíveis fósseis e da degradação dos recursos naturais, integrados a problemas ambientais bastante conhecidos como emissão de gases poluentes a atmosfera, sendo apontados como responsáveis pelo efeito estufa e o aquecimento global. Devido a esta degradação ambiental, têm-se motivos urgentes para se pensar e programar novas maneiras de produzir energia renovável limpa (Vian *et al.*, 2021).

Conforme o Portal do IFRS (2025) em seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), entre os objetivos institucionais a serem alcançados no período entre os anos de (2024 a 2028) tem-se a ampliação da instalação das usinas solares fotovoltaicas. Contudo, embora as organizações se empenhem em aprimorar suas práticas de gestão em caminhos estratégicos que as auxiliam a oferecer respostas às demandas associadas à sustentabilidade, há muitas vezes sobreposições de ações e falta de análise crítica acerca dos processos implementados, seus benefícios e suas dificuldades (Marcon *et al.*, 2017).

Adicionalmente, uma vez que o agir organizacional contempla a noção de estrutura como a coordenação de processos de ações e decisões, destacando a racionalidade como elemento central (Munck *et al.*, 2015), conhecer a variabilidade, originada no próprio

processo organizacional, e das contingências como variáveis em estudos reais, é importante. Em síntese, considerando que o agir organizacional é um processo integrado de ações e decisões, que não separa sujeito e organização, mas busca coordenar ações em direção a objetivos intencionais e limitados pela razão humana, tem-se como questão de pesquisa para o presente estudo: *Quais os benefícios percebidos frente aos investimentos em energia solar fotovoltaica no campus Bento Gonçalves do Instituto Federal do Rio Grande do Sul?*

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Identificar os benefícios alcançados frente aos investimentos em energia solar fotovoltaica no campus Bento Gonçalves do Instituto Federal do Rio Grande do Sul.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever os motivos que impulsionaram os investimentos em usinas de energia solar fotovoltaica no Campus Bento Gonçalves e no âmbito do IFRS;
- b) Analisar os resultados obtidos com a implantação da usina fotovoltaica no Campus Bento Gonçalves, em termos de desempenho energético, econômico, ambiental e formativo, à luz das diretrizes de sustentabilidade e do ODS 7 da Agenda 2030;
- c) Propor sugestões e diretrizes para a consolidação e a replicabilidade de projetos de geração de energia solar fotovoltaica em outros campi do IFRS e na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

## 1.3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

No contexto, o IFRS, com seus 17 campi distribuídos no estado do Rio Grande do Sul, ao investir em usinas solares, não apenas reduz o gasto na conta de energia elétrica, mas também tem a oportunidade de melhorar seu desempenho organizacional, seja através da redução de custos operacionais, da valorização da marca institucional ou do incentivo à pesquisa e inovação em energias renováveis conforme os objetivos encontrados no PDI do IFRS de acordo com (Portal IFRS, 2025).

Adicionalmente, como apontado por Krügher *et al.* (2024), há necessidade de práticas de avaliação e de monitoramento na gestão de instituições públicas, promovendo o uso eficiente de recursos, a transparência e a responsabilidade, elementos fundamentais para uma governança aprimorada. Aprendizado organizacional, alinhamento de prioridades, eficiência, eficácia, melhoria contínua e suporte à tomada de decisões são, de fato, práticas cada vez mais demandadas (Vilhena; Martins, 2022).

#### 1.4 ADERÊNCIA DO PROJETO A LINHA DE PESQUISA

Considerando o arcabouço de estudos contemplados na linha de Inovação e Competitividade, entende-se que investigar a prática de ações de investimento em energia solar fotovoltaica, no contexto institucional do IFRS, representa uma análise de processo inovador com impacto direto na competitividade organizacional. Conforme Schumpeter (1934), a inovação é um fator determinante para o crescimento econômico e a vantagem competitiva das organizações, sendo caracterizada pela introdução de novas tecnologias, produtos ou processos que alteram significativamente a dinâmica dos mercados.

Nesse sentido, a transição para fontes renováveis, como a energia solar fotovoltaica, não apenas promove sustentabilidade ambiental e redução de custos operacionais, mas também fortalece a competitividade institucional ao alinhar a organização às exigências do mercado e às políticas de eficiência energética. A perspectiva da inovação, mostrada por Tidd, Bessant e Pavitt (2005), reforça que mudanças tecnológicas nas organizações devem estar acompanhadas de uma gestão eficaz dos processos e da adoção de novas práticas organizacionais, fatores centrais dos objetivos do presente estudo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na pesquisa bibliográfica a seguir, teremos autores e conceitos relacionados ao estudo: O agir organizacional (2.1), Sustentabilidade (2.2) e Sistemas solares fotovoltaicos (2.3).

### 2.1 O AGIR ORGANIZACIONAL

Inicialmente convém citar Maggi (2006) que analisa o agir organizacional com base nas definições weberianas do agir social e na distinção entre o conceito de ideal tipo, entendido como instrumento heurístico para o estudo de fenômenos sociais, e a realidade historicamente dada. Nesse contexto, o autor define a organização como uma forma de agir que, em todas as formas de poder, sejam elas legal, tradicional ou carismático, representando as formas puras de agir social, é sustentada por um “aparelho administrativo” que atua de forma contínua para estabelecer uma ordem, caracterizando o que se denomina organização.

Ainda segundo Maggi (2006), o agir organizacional, enquanto ideal-tipo e em relação a outras formas puras de agir social, distingue-se pela racionalidade intencional. Essa racionalidade, porém, não está vinculada à concepção objetiva frequentemente abordada na literatura sobre organização, mas sim à relação entre os conhecimentos e expectativas do sujeito agente. Trata-se de um sentido particular, em que o agente define sua conduta com base em uma tentativa de correlacionar meios e fins, mesmo que essa correlação possa ser posteriormente percebida como equivocada pelo próprio agente ou por observadores externos com diferentes perspectivas (Maggi, 2006).

A teoria do agir organizacional, fundamentada em Weber, concebe essa forma de agir como um processo intencionalmente orientado por um ou mais sujeitos humanos, cujas ações são dirigidas por um sentido específico em relação a outros sujeitos. Esse agir é caracterizado por uma racionalidade intencional voltada para a realização de objetivos, sendo embasado pelos conhecimentos, atitudes e expectativas dos agentes. Além disso, é direcionado à criação de uma ordem e deve ser estudado por meio de uma abordagem que integre a compreensão do sentido das ações com a explicação das relações causais no desenvolvimento dos processos analisados (Maggi, 2006).

### 2.1.1 A organização como agir social

Conforme Munck (2009), as organizações podem ser compreendidas à luz da teoria do agir organizacional, que aborda as concepções organizacionais e os constrangimentos impostos aos processos de formação e aprendizagem. O autor esclarece que, sob a perspectiva de Maggi, as organizações devem ser vistas como um processo dinâmico de ações e decisões, onde os indivíduos têm possibilidades efetivas de intervenção. Nesse contexto, são analisados os constrangimentos que as diferentes concepções organizacionais apresentam sobre os processos de aprendizagem e discutidas as contribuições do agir organizacional para o aprimoramento desses processos. Os resultados do estudo indicaram uma forte relação entre as práticas de aprendizagem e as características das concepções organizacionais propostas por Maggi.

Munck (2009) propõe uma alternativa ao enfoque objetivista das ciências naturais, que considera a organização como independente dos sujeitos, e ao enfoque subjetivista das ciências do espírito, que isola os sujeitos do contexto organizacional. Essa abordagem, denominada terceira via, sugere a compreensão do sentido intencional dos sujeitos em processos de ações e decisões, considerando o tempo como uma dimensão fundamental. O processo é entendido como contínuo, ocorrendo tanto no nível individual quanto nas diversas interações organizacionais. A terceira via é considerada mais adequada para compreender as mudanças organizacionais, em comparação com concepções dualistas que separam ação e estrutura em relações hierárquicas. Nessa abordagem, a referência é ao mesmo tempo médium e produto da prática social. Alguns pontos centrais dessa perspectiva incluem a concepção do sujeito humano como agente autônomo, a organização como processo, e a estrutura como resultado de ações intencionais.

Nesse contexto, o processo organizacional implica uma ordem que não se traduz em rigidez, mas em regulação e estruturação. A regulação do processo de ações e decisões é central na teoria do agir organizacional, que busca explicar e compreender como o agir estruturante se constitui, desenvolve e varia. Esse agir organizacional reflete a capacidade estratégica de produzir ordem, permitindo a compreensão, construção e reconstrução do processo de regulação, que, por sua vez, é autônomo. Segundo Max Weber, o agir organizacional pode ser associado ao tipo ideal, resultante da alocação de evidências e conexões de características históricas em um quadro conceitual único.

Segundo Munck (2009), o agir organizacional é compreendido como uma forma de agir social. Weber define o agir social como um processo de ações orientadas por objetivos,

baseadas no sentido intencional dos sujeitos, seus conhecimentos e atitudes. Esse processo visa produzir ordem, sendo estudado a partir de uma abordagem que combina a compreensão do sentido da ação com explicações causais no desenvolvimento do processo. A teoria do agir organizacional evidencia as razões e modalidades da variabilidade estrutural e organizacional, fundamentando-se na terceira via proposta por Weber. Essa abordagem equilibra a compreensão do sentido da ação com a explicação causal adequada das condições empíricas.

Barnard (1968) e Simon (1997) compartilham a visão de que o agir organizacional é um processo de ação social, caracterizado pela intencionalidade e racionalidade. Barnard define o sistema organizacional como um conjunto de atividades coordenadas conscientemente, enfatizando a importância da cooperação. Sua obra destaca, as relações entre o agir social individual e o agir cooperativo, bem como a coordenação consciente dessas ações. Thompson (1967) aborda o agir organizacional como um processo estruturado que reflete escolhas racionais e congruências entre decisões e ações, contribuindo para a variabilidade organizacional.

### **2.1.2 A interação na teoria do agir social**

A Teoria do Agir Social, conforme discutida por Barbosa *et al.* (2024), apresenta como aspecto central a ênfase na interação contínua entre ações individuais e coletivas, abordando de forma integradora a interdependência entre decisões e o bem-estar dos agentes envolvidos. Maggi associa essa dinâmica à racionalidade das escolhas, argumentando que a gestão organizacional deve conciliar eficiência e bem-estar individual. Nesse contexto, o processo de ações e decisões é compreendido como um agir social, no qual a interação entre os indivíduos desempenha papel essencial no desenvolvimento organizacional.

Ainda segundo Barbosa *et al.* (2024), o processo organizacional é estruturado a partir de regras autônomas e heterônomas, que regulam os diferentes níveis de decisão e ação. Nesse sentido, a organização é caracterizada como um sistema autopoético, ou seja, que se autoproduz, se autorregula e se auto-organiza, ajustando e reavaliando continuamente seus processos internos. A teoria de Maggi também ressalta a interconexão entre as condutas subjetivas e objetivas dos agentes, destacando os limites da racionalidade dos atores envolvidos no processo.

A criação de regras dentro do contexto organizacional, conforme sugerido pela teoria, contribui para a auto-organização e para a coordenação eficiente das atividades. Dessa maneira, a Teoria do Agir Organizacional de Bruno Maggi fornece uma base conceitual sólida

para a análise das dinâmicas organizacionais, enfatizando a interação entre ações individuais e coletivas, além do contínuo desenvolvimento das organizações.

Conforme Munck *et al.* (2013) temos que a Teoria Contingencial e a Teoria Institucional falham ao considerar o aspecto subjetivo das ações organizacionais. Donaldson (1999) destaca que as escolhas estratégicas dos administradores influenciam as respostas a contingências. A Teoria do Agir Organizacional de Maggi (2006) oferece uma visão interdisciplinar que considera a organização como um processo de ações e decisões, interligando indivíduos e contextos socioambientais.

Max Weber (1964) propôs uma abordagem que equilibra explicações objetivas e subjetivas, enfatizando que as ações organizacionais são sociais e intencionais. Maggi (2006) argumenta que o bem-estar dos indivíduos envolvidos é central na avaliação das ações organizacionais.

Portanto, a teoria do agir organizacional permite uma compreensão mais abrangente da sustentabilidade organizacional, destacando a importância da cooperação e das relações sociais na efetividade das decisões. Essa perspectiva é fundamental para alcançar os objetivos organizacionais, corroborando com estudos anteriores que aplicam essa teoria na análise da sustentabilidade organizacional.

## 2.2 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade envolve relações múltiplas de troca entre o aspecto social, econômico e ambiental, almejando a segurança e o bem-estar das gerações presentes e futuras a partir do uso racional e consciente dos recursos disponíveis (Medeiros *et al.*, 2022). Nesse cenário, as organizações desempenham um papel de fundamental importância, sobretudo pelo comprometimento da gestão voltada aos valores sustentáveis e às práticas de desenvolvimento produtivo, de competição e de tecnologias aplicadas na minimização das consequências da ação empresarial no meio (Marcon *et al.*, 2017).

### 2.2.1 Segmentos da sustentabilidade organizacional

Para que uma organização se torne realmente sustentável, é necessário que haja integração de ações, com foco nos aspectos econômico, social e ambiental, os quais compõem um constructo maior, que é a sustentabilidade organizacional. A concepção baseada nos três

aspectos fundamentais do ser sustentável assegura tanto o crescimento econômico quanto a atenção à qualidade ambiental e à justiça social.

Aproximando, portanto, a sustentabilidade do contexto organizacional, busca-se compreender e criar meios de promover a sustentabilidade econômica, ao mesmo tempo em que há preocupação com as dimensões da eficiência social e da justiça ambiental. Assim, a sustentabilidade organizacional assume um caráter complexo, podendo ser segmentada na sustentabilidade organizacional econômica, ambiental e sustentabilidade organizacional social (Kuzma *et al.*, 2017).

A sustentabilidade econômica, conforme os autores, diz respeito à atuação da organização, influenciando as condições econômicas, o sistema econômico em seus diversos níveis, a geração de riquezas para a sociedade e o fornecimento de bens e serviços. A viabilidade econômica é o argumento central do desenvolvimento sustentável, uma vez que é por meio da circulação de riquezas e da geração de lucros que são providos os empregos.

E proporciona-se à comunidade a possibilidade de melhoria de suas condições de vida. Os autores atestam que a sustentabilidade econômica de uma organização mensura a capacidade de desenvolver suas atividades de maneira responsável, com lucratividade suficientemente atrativa para proprietários e investidores (Kuzma *et al.*, 2017).

A sustentabilidade ambiental refere-se ao uso racional dos recursos naturais, como energia e materiais, bem como a preservação e a recomposição dos espaços naturais da fauna, flora e recursos hídricos. Será indispensável que a organização, sob a perspectiva dos impactos de suas operações e produtos sobre os sistemas naturais vivos e não vivos, objetive reduzir os impactos negativos e amplificar os positivos, desenvolvendo tecnologias com o intuito de melhorar o desempenho de produção, ao mesmo tempo, que se preservem os recursos naturais. A responsabilidade sobre o espaço natural compreende preocupações além do simples cumprimento da lei, ou iniciativas como reciclagem ou uso eficiente de recursos energéticos, envolvendo um tratamento que, efetivamente modifique as operações organizacionais (Kuzma *et al.*, 2017).

A sustentabilidade social remete ao estímulo da igualdade e a participação de todos os grupos sociais na construção e manutenção do equilíbrio do sistema, compartilhando direitos e responsabilidades. O aspecto social, para as empresas, refere-se a seu impacto na sociedade, comunidade local e entorno em que operam, sendo o desempenho social abordado por meio dessa análise, considerando os diversos níveis de alcance como local nacional e global. Conforme os autores, o aspecto social da sustentabilidade, se analisado sob o prisma das empresas, refere-se às atitudes organizacionais em relação aos próprios colaboradores,

fornecedores, contratados e consumidores, além de impactos na sociedade em geral, para além de seus domínios. Os três aspectos da sustentabilidade organizacional (social, ambiental e econômica) devem ser trabalhados de forma conjunta, objetivando o alcance de uma instância maior e mais complexa, que é o desenvolvimento sustentável (Kuzma *et al.*, 2017).

De acordo com Munck *et al.* (2013) o conceito de sustentabilidade organizacional abrange diversas denominações, como sustentabilidade corporativa e empresarial. Alguns autores destacam que a sustentabilidade organizacional se relaciona à capacidade de alavancar capitais econômico, social e ambiental. Elkington (1999) introduziu o conceito de Triple Bottom Line (TBL), que enfatiza a necessidade de integrar esses três pilares para garantir a sustentabilidade. Laville (2009) observa que decisões baseadas em apenas um dos pilares pode comprometer estratégias de longo prazo. A proposta do (TBL) também implica repensar o gerenciamento organizacional, destacando a importância das funções sociais e ambientais.

### **2.2.2 Competências para a sustentabilidade organizacional**

Conforme Kuzma *et al.* (2017) a relação entre a geração de competências societais e a sustentabilidade, aplicada ao contexto das organizações, é explorada pela literatura, a qual trata da temática por meio de estudos que compreendem várias formas de interpretação e de condução de pesquisas. Desse modo, podem-se definir competências para a sustentabilidade como aquelas que são capazes de desenvolver ou manter processos participativos efetivos, estruturas de governança e incentivar e promover ciclos de feedbacks, que institucionalizem mudanças.

De acordo com Kuzma *et al.* (2017), temos três eixos principais que norteiam e sustentam o modelo de competências para a sustentabilidade organizacional:

a) Estratégica; com grupos de interesse e liderança para planejar, relacionar-se e empreender mudanças. O que dá suporte às competências é o conhecimento que se produz no processo de interação e experimentação contínua, que inclui aspirações de diferentes grupos de interesse na tentativa de promover equilíbrio e reconhecimento de direitos;

b) As habilidades do colaborador; são colocadas a serviço da realização dos objetivos organizacionais, confluindo os interesses da organização com os dos indivíduos que a compõem;

c) A demanda por um posicionamento; pautado pela responsabilidade no desenvolvimento de ações, e que a agregação de valor social ao indivíduo, implicam torná-lo autônomo, em relação às consequências de suas decisões e escolhas. Dispor das habilidades

individuais como instrumento de melhoria do desempenho no trabalho, auxilia no emprego das qualificações do trabalhador, sendo utilizadas como elemento de realização dos objetivos e das metas organizacionais.

Os diversos relatórios de órgãos governamentais e não governamentais internacionais indicam que os vários desafios organizacionais e sociais mundiais não são compreendidos em grande parte pela falta de competência. Portanto, indivíduos, equipes e organizações competentes são capazes de gerar alto valor para a sociedade (Kuzma *et al.*, 2017).

### **2.2.3 Sustentabilidade organizacional estratégica**

Conforme Venturini (2015), a sustentabilidade pode ser definida como as estratégias adotada pelo meio empresarial, no desenvolvimento de produtos, serviços e bens que satisfaçam as necessidades humanas. Entretanto, sem afetar as necessidades das gerações futuras. Assim, tendo vista que o tema está difundido no ambiente organizacional, é preciso que o mesmo esteja no planejamento estratégico das organizações e que ações sejam praticadas.

A responsabilidade social é um empenho com a comunidade, mas que assume diversas formas, como a proteção ambiental, projetos filantrópicos e educacionais, planejamento da comunidade, igualdade nas oportunidades de emprego, serviços sociais em geral de consenso com o interesse público. Ressalta-se que as organizações em suas tomadas de decisões, precisam e devem levar em conta o ambiente externo, considerando os aspectos sociais, políticos e econômicos (Venturini, 2015).

Nesse conjunto, cabe à administração pública trabalhar e executar suas atividades de maneira sustentável, sem que aconteçam prejuízos ambientais, e que muitas vezes não permitem desagravo. Ainda, é imprescindível que a gestão pública trabalhe atenta e aliada com o princípio da prevenção. Com a propagação do termo sustentabilidade, o conceito do TBL (*Triple Bottom Line*) ou o Tripé da Sustentabilidade que compreende os aspectos econômicos, social e ambiental, ganhou reconhecimento considerável, sendo componente das estratégias das empresas na inovação e na geração de valor (Venturini, 2015).

### **2.2.4 Sustentabilidade e a ecoeficiência**

Em sua maioria as tecnologias atuais melhoram à medida que se desenvolvem e podemos todos, nos tornar mais tributários, entretanto, o ambiente não vai melhorar. Somente

se assumirmos que, as compensações reais mudarão, com mais ênfase no meio ambiente, poderemos chegar a um ponto em que os encargos ambientais podem diminuir definitivamente (Huppel, 2005).

A ecoeficiência é um instrumento de análise da sustentabilidade, indicando uma relação empírica nas atividades econômicas entre custo ou valor ambiental e impacto ambiental. A relação empírica pode ser comparada com considerações normativas sobre (o quanto a qualidade ou melhoria ambiental a sociedade gostaria de oferecer) em troca do bem-estar econômico. Qual o intercâmbio entre a economia e o meio ambiente deve ter, para que a sociedade alcance o nível certo de qualidade ambiental.

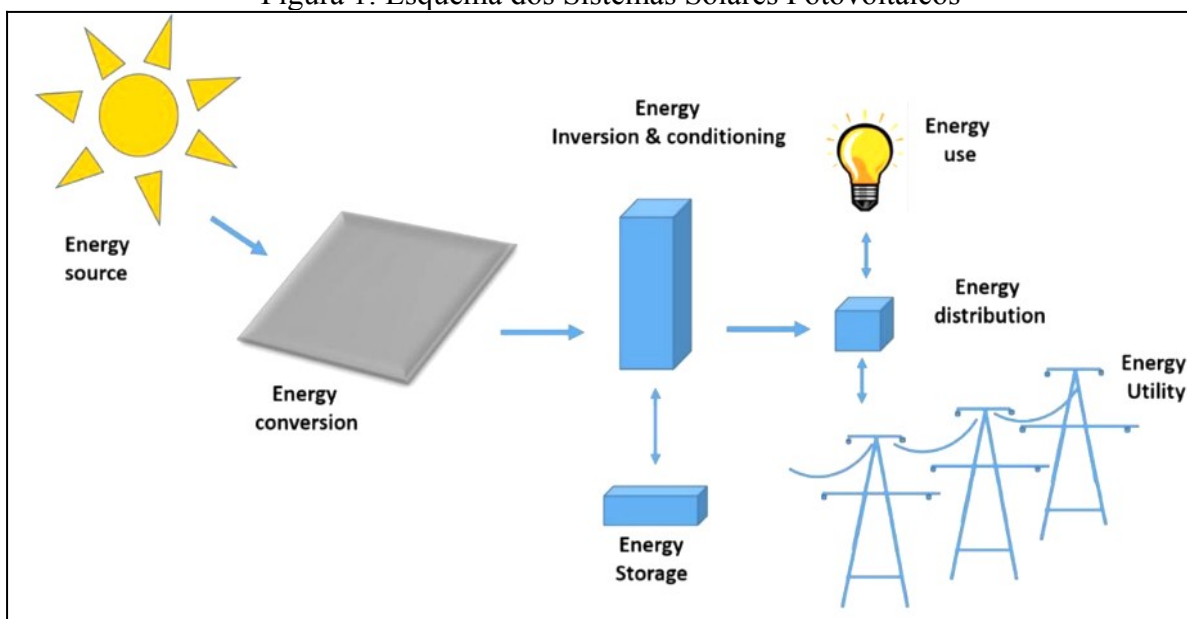
A importância reside no fato de as relações entre economia e ambiente não serem auto evidentes, não a níveis micro e macro, mas resultante de decisões de nível micro, para a sociedade como um todo. Esclarecendo o porquê que a ecoeficiência é um primeiro passo para o suporte as decisões sobre esses dois aspectos da sustentabilidade (Huppel, 2005). Com o principal quadro analítico estabelecido, preenchendo a realidade econômica e as relações ambientais exigem mais escolhas de modelagem. Além disso, a integração de diferentes efeitos ambientais em uma única pontuação requer uma definição clara da abordagem, porque existem vários métodos parcialmente sobrepostos.

Alguns escalonamentos de problemas acompanham a especificação do numerador e do denominador, que precisam de uma solução e alguma padronização, antes que a análise de ecoeficiência possa se tornar mais amplamente utilizada. Com um método estabelecido, a decisão final é como incorporá-lo na tomada de decisão prática. Ao obter os detalhes de ecoeficiência especificada, seus pontos fortes, mas também suas fraquezas e limitações serão pontuadas mais claramente (Huppel, 2005).

### 2.3 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

A energia solar é usada de duas maneiras diferentes: uma através de a rota solar térmica, usando coletores solares, aquecedores, secadores. A outra será através da rota de eletricidade solar, usando Sistema Solar Fotovoltaico (SPV) conforme mostrado na Figura 1, a seguir.

Figura 1: Esquema dos Sistemas Solares Fotovoltaicos



Fonte: Adaptado pelo Autor.

Um sistema SPV consiste basicamente de um conjunto de combinações de painéis fotovoltaicos, um controlador de carga para corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA); (CC para CC), um inversor (CC para CA), um medidor de energia, um disjuntor e uma bateria ou um conjunto de baterias estacionárias, dependendo do tamanho do sistema (Dada, Popoola, 2023).

Esta tecnologia converte a luz solar diretamente em eletricidade, sem interface para conversão. É livre de poluentes durante a operação, robusta e simples no design, diminui os problemas de aquecimento global, é modular, tem um custo operacional menor, oferece manutenção mínima, pode gerar energia de microwatts a megawatts. Apresenta a maior densidade de energia em comparação com outras tecnologias de energia renovável (Dada; Popoola, 2023).

Uma alta taxa de 100 megawatts (MW) de capacidade instalada por dia em 2013 foi usada para ilustrar o aumento do interesse de pesquisa em sistemas fotovoltaicos, com um recorde de 177 gigawatts (GW) de capacidade fotovoltaica total ocorrendo em 2015. No entanto, os sistemas solares fotovoltaicos têm limitações consideráveis, incluindo preços altos em comparação com recursos de energia de combustíveis fósseis, baixa eficiência, e operação intermitente.

As fontes de energia fotovoltaica são usadas como sistemas conectados à rede e sistemas autônomos. O sistema fotovoltaico solar conectado à rede não tem um banco de baterias para armazenamento, mas um inversor conectado à rede é usado para converter a

(CC) gerada em (CA); portanto, a energia pode ser gerada e utilizada apenas durante o dia, o que também pode ser um fator limitante. No entanto, a desvantagem de usar o sistema apenas durante o dia pode ser superada usando um banco de baterias para armazenar a energia gerada durante o dia. Mas essa nova configuração aumentará o custo do sistema e possivelmente o prazo de retorno do investimento.

Portanto, usar apenas esse sistema durante o dia torna o sistema SPV conectado à rede muito econômico, simples de projetar, facilmente gerenciável e requer menos manutenção. Além disso, os painéis solares produzem principalmente mais eletricidade do que o necessário para as cargas. Assim, este excesso de eletricidade pode ser devolvido à rede em vez de ser armazenado em baterias (Dada; Popoola, 2023).

O sistema fotovoltaico fora da rede, por outro lado, usa uma bateria para o armazenamento da eletricidade gerada durante o dia, que pode ser usada no futuro ou durante qualquer emergência. Isso é benéfico quando a carga não pode ser facilmente conectada à rede. Esse sistema não só fornece energia suficiente para uma casa, mas também pode fornecer energia para lugares que estão longe da rede; portanto, esses sistemas usam mais componentes e são comparativamente mais caros do que os sistemas diretos da rede.

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede funcionam em paralelo e são vinculados à rede elétrica. A unidade de Condicionamento de Energia (UCE) ou inversor, principal componente do PV, está conectado à rede.

As características essenciais da tecnologia fotovoltaica são:

1. a faixa operacional de 1 kW a 300 MW, que pode ser usada como combustível em escalas residenciais, comerciais e de utilidade pública.
2. a eficiência das células fotovoltaicas é de cerca de 12–16% para silício cristalino,
3. 14% para película fina e 6–7% para células orgânicas. Não há impacto ambiental direto devido à ausência de emissões de (CO<sub>2</sub>). Esses sistemas têm baixos custos operacionais e de manutenção.
4. as poucas desvantagens são os custos de instalação mais altos, a potência de saída flutuante devido à variação nos padrões climáticos e a necessidade de dispositivos de rastreamento mecânicos e eletrônicos e armazenamento de *backup* para máxima eficiência (Dada; Popoola, 2023).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva. É exploratória na medida em que busca aprofundar a compreensão acerca da adoção da energia solar fotovoltaica como estratégia de sustentabilidade e eficiência energética em uma instituição pública de ensino, temática ainda pouco sistematizada no contexto dos Institutos Federais. É descritiva porque objetiva registrar, organizar e analisar as características do fenômeno investigado, evidenciando os benefícios percebidos frente aos investimentos realizados no Campus Bento Gonçalves do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS).

Quanto à abordagem, o estudo é predominantemente qualitativo, pois privilegia a interpretação de documentos institucionais, relatórios técnicos e registros administrativos. Complementarmente, utiliza procedimentos quantitativos descritivos para consolidação de dados de consumo e gastos com energia elétrica.

#### **3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA**

A estratégia adotada é o estudo de caso único, com foco no Campus Bento Gonçalves do IFRS. Conforme Yin (2015), o estudo de caso é adequado quando se pretende investigar fenômenos contemporâneos inseridos em seu contexto real, especialmente quando as fronteiras entre fenômeno e contexto não estão claramente definidas.

A escolha justifica-se pela análise aprofundada de uma experiência concreta de investimento público em energia renovável, permitindo examinar suas dimensões técnicas, econômicas e institucionais.

#### **3.3 UNIDADE DE ANÁLISE**

A unidade de análise corresponde à experiência de implantação e operação da planta das usinas solares fotovoltaica no Campus Bento Gonçalves do IFRS, no período de 2020 a 2025. Foram considerados:

1. o processo de planejamento institucional;
2. a instalação e operação da usina;

3. os resultados econômicos e energéticos;
4. a replicabilidade do modelo no âmbito da Rede Federal.

### 3.4 FONTES DE DADOS

As fontes de dados utilizadas foram:

a) Documentos institucionais: Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI 2024–2028), relatórios de gestão e registros administrativos do IFRS;

b) Relatórios contábeis: dados consolidados sobre investimentos e despesas com energia elétrica; O relatório da coordenadoria de contabilidade do IFRS apresenta os valores empenhados, liquidados e pagos referentes às despesas com aquisições e instalações relacionadas ao sistema de microgeração de energia solar fotovoltaica nas unidades da instituição. O documento contempla informações essenciais ao controle interno, como data de lançamento, unidade gestora responsável e classificação da natureza orçamentária. Distinguindo despesas correntes, associadas à manutenção, e despesas de capital, vinculadas aos investimentos nas instalações. Registra os valores contabilizados nas diferentes etapas da execução da despesa pública, permitindo a análise estruturada dos investimentos realizados no período.

De acordo com a Lei nº 4.320/1964, a execução da despesa pública ocorre em três estágios: Empenho, liquidação e pagamento. O Empenho representa o compromisso formal de pagamento assumido pela administração; a Liquidação consiste na verificação do direito do credor, mediante comprovação da entrega do bem ou serviço; e o pagamento corresponde à quitação da obrigação financeira. Nesse contexto, o relatório constitui instrumento relevante de acompanhamento orçamentário e financeiro, possibilitando o monitoramento dos investimentos em energia fotovoltaica, bem como contribuindo para a transparência, a eficiência e o controle da gestão pública.

c) Faturas da RGE Sul (2020–2025): informações mensais de consumo (kWh) e custo (R\$);

d) Registros técnicos da usina fotovoltaica: Dados de geração de energia extraídos da plataforma FusionSolar, sistema de monitoramento dos inversores, que permite acompanhamento estatístico em tempo real da produção de energia (FUSIONSOLAR, 2026);

e) Projeto Solis MagnIFicus: diagnóstico energético institucional e documentação técnica correlata (IFRS, 2025a; IFRS, 2025b).

### 3.5 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa documental, com acesso a bases internas da instituição e documentos públicos disponíveis em portais oficiais.

Os dados quantitativos foram organizados em planilhas eletrônicas, agrupados por ano e classificados em dois períodos comparativos:

- a) Período pré-usina (2020–2022);
- b) Período pós-usina (2023–2025).

Os dados de geração fotovoltaica foram extraídos da plataforma FusionSolar, permitindo verificar produção diária, mensal e acumulada, bem como indicadores de desempenho da usina.

### 3.6 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados ocorreu em duas etapas complementares:

#### **3.6.1 Análise Qualitativa – Análise Documental**

A análise qualitativa fundamentou-se na técnica de Análise Documental proposta por Bardin (2016), seguindo as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. As categorias emergentes foram:

- a) sustentabilidade e gestão energética;
- b) investimentos institucionais e eficiência administrativa;
- c) resultados econômicos e autonomia energética.

Essa etapa permitiu interpretar o significado institucional da adoção da energia solar no contexto da gestão pública.

#### **3.6.2 Análise Quantitativa – Estatística Descritiva**

A análise quantitativa utilizou estatísticas descritivas, incluindo:

1. média anual e mensal de consumo e custo;
2. valores mínimo e máximo;
3. percentual de economia entre os períodos analisados;
4. custo médio por kWh;

5. participação da geração fotovoltaica na redução da demanda da rede elétrica.

O tratamento dos dados foi exclusivamente descritivo, sem aplicação de testes estatísticos inferenciais, preservando o foco qualitativo da investigação.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a análise e a discussão dos resultados obtidos a partir dos procedimentos metodológicos descritos no Capítulo 3. A interpretação dos dados ocorreu em duas etapas complementares: (i) análise qualitativa, por meio da técnica de Análise Documental (Bardin, 2016), aplicada aos documentos institucionais; e (ii) análise descritiva consolidada dos dados de consumo e custo energético do período de 2020 a 2025.

A organização da análise segue em subseções relacionadas à cinco questões estabelecidas para auxiliar à resposta ao objetivo geral do presente estudo: (i) o PDI do Instituto contempla os objetivos de sustentabilidade? (ii) o PDI prevê investimentos em energia fotovoltaica (seção 4.2); (iii) houve inspiração em outros institutos federais para as ações implantadas no campus de Bento Gonçalves? (iv) como se deu o processo de instalação da usina? (seção 4.3); (v) qual a economia gerada? (seção 4.4).

### 4.2 PDI E OBJETIVOS DE SUSTENTABILIDADE

Inicialmente buscou-se identificar de que modo o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) 2024–2028 do Instituto Federal do Rio Grande do Sul incorpora os objetivos de sustentabilidade, tanto em seu planejamento estratégico quanto nas práticas de gestão administrativa e ambiental. Essa questão é central para o estudo, pois permite compreender se os investimentos em energia solar fotovoltaica no Campus Bento Gonçalves derivam de uma orientação institucional estruturada ou de ações pontuais, ainda em consolidação.

A análise documental realizada nos documentos oficiais do IFRS revelou a presença consistente de diretrizes relacionadas à sustentabilidade energética, ambiental e econômica, confirmando que o tema integra o planejamento estratégico institucional desde 2018. O PDI 2024–2028, ao alinhar-se à Agenda 2030 e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 7 (Energia limpa e acessível) e o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), estabelece metas concretas de eficiência energética, redução de consumo e promoção de tecnologias renováveis nas unidades da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica.

De acordo com o Portal do IFRS (2024), a instituição lançou oficialmente, em agosto de 2023, o Programa de Eficiência Energética (PEE), que consolida as ações previstas no PDI. O programa foi estruturado sob quatro eixos:

1. Gestão e uso inteligente dos recursos energéticos;
2. Adoção de práticas sustentáveis em edificações e infraestrutura;
3. Expansão da geração de energia solar fotovoltaica nos campi;
4. Conscientização e educação ambiental da comunidade acadêmica.

Esses eixos confirmam que o IFRS não apenas reconhece a sustentabilidade como princípio orientador, mas também a integra à sua política institucional de investimentos e gestão de recursos. O PDI 2024–2028 destaca, ainda, que a sustentabilidade deve ser tratada de forma transversal, envolvendo ensino, pesquisa, extensão e administração, e incentivando a redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades da instituição.

O Campus Bento Gonçalves, objeto do presente estudo, foi um dos primeiros a implementar ações concretas vinculadas a esse planejamento. O diagnóstico energético e a instalação da usina fotovoltaica de 42,92 kWp - resultantes do projeto Solis MagnIFicus (CPFL/IFRS, 2019) - configuram-se como desdobramentos diretos da meta institucional de ampliar a participação de energias renováveis e reduzir as despesas operacionais com eletricidade.

O relatório do PDI (2023) reforça essa diretriz: “Promover a adoção de tecnologias sustentáveis e o uso racional dos recursos naturais, visando à eficiência energética e à sustentabilidade ambiental nas unidades do IFRS” (IFRS, PDI 2024–2028, p. 67).

Adicionalmente, no que tange a verificação sobre se o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) 2024–2028 do IFRS contempla de forma explícita a necessidade de investimentos em energia fotovoltaica e se tais diretrizes têm orientado as decisões administrativas e financeiras que resultaram na implantação das usinas solares nos campi da instituição, a análise aplicada aos textos do PDI e aos comunicados oficiais do IFRS revelou uma evolução clara no entendimento da instituição sobre a energia solar como instrumento de sustentabilidade e gestão eficiente de recursos públicos.

Desde 2019, quando o Projeto Solis MagnIFicus foi apresentado à CPFL Energia no âmbito da Chamada Pública de Eficiência Energética da ANEEL, a energia fotovoltaica passou a ser reconhecida como prioridade estratégica para a Rede Federal. De acordo com os registros do Portal IFRS (2025) o PDI 2024–2028 reafirma essa prioridade, vinculando os investimentos em energia fotovoltaica às metas de sustentabilidade ambiental, eficiência

econômica e inovação tecnológica. A política energética institucional é estruturada sob três fundamentos principais:

1. Racionalização do consumo e redução de custos operacionais – o PDI propõe a substituição gradual de fontes energéticas convencionais por fontes renováveis, com destaque para a solar fotovoltaica;

2. Expansão da infraestrutura sustentável – prevê a instalação de sistemas fotovoltaicos em todos os campi, priorizando unidades com maior consumo e potencial técnico de geração;

3. Integração com ensino, pesquisa e extensão – incentiva a utilização das usinas como laboratórios didáticos e espaços de aprendizagem aplicada.

De acordo com os registros do Portal IFRS (2024), o processo de implantação das usinas iniciou-se em 2019, quando a instituição obteve recursos extraorçamentários no valor de R\$ 1.322.132,02, provenientes da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec/MEC). Esses investimentos possibilitaram a instalação das primeiras 18 usinas solares fotovoltaicas em sete campi da rede, consolidando um marco institucional de transição energética. Posteriormente, entre 2022 e 2023, a segunda etapa do programa ampliou a capacidade instalada, com novos aportes de cerca de R\$ 3,73 milhões, provenientes de emendas parlamentares e da Setec/MEC.

O Campus Bento Gonçalves, foco desta pesquisa, foi um dos beneficiados nessa fase inicial, com a instalação de uma usina de 42,92 kWp projetada para atender parte significativa da demanda energética da unidade. O diagnóstico elaborado pela CPFL Energia (2019) demonstrou que a geração anual prevista seria de 55,42 MWh, correspondendo a 14,47% da energia consumida anualmente pelo campus, o que confirma a viabilidade técnica e econômica do investimento.

Esses dados permitem inferir que a necessidade de investimentos em energia fotovoltaica não apenas é contemplada pelo PDI, mas foi incorporada como meta institucional mensurável. O documento explicita que a ampliação das fontes renováveis constitui elemento essencial para a modernização da infraestrutura e a sustentabilidade orçamentária da instituição. Como destaca o reitor do IFRS em publicação oficial:

“Trata-se de um grande projeto institucional, que contempla, ao mesmo tempo, a busca por soluções sustentáveis de geração de energia e a necessidade imperativa de economia e redução dos custos institucionais” (Portal IFRS, 2025).

Do ponto de vista interpretativo, conforme a metodologia de Bardin (2016), o discurso institucional evidencia uma mudança paradigmática: a energia solar passa a ser compreendida

não apenas como um investimento tecnológico, mas como um valor organizacional, associado à autonomia, inovação e compromisso ambiental. Essa mudança de sentido é observada no vocabulário dos documentos institucionais, que passam a empregar termos como “eficiência energética”, “gestão inteligente de recursos” e “sustentabilidade econômica da rede federal”.

Assim, a coerência entre o PDI, o diagnóstico técnico e as ações executadas reforçam o entendimento de que a política de investimentos em energia solar no IFRS foi planejada de forma sistêmica, com metas de expansão até 2025. O cronograma de implantação das usinas fotovoltaicas em três etapas (2019–2024) confirma o compromisso institucional com a continuidade do programa e com a consolidação de práticas de gestão energética sustentáveis. (Portal IFRS, 2025).

#### 4.3 PROCESSO DE INSTALAÇÃO DA USINA NO *CAMPUS*

A Análise Documental aplicada aos documentos institucionais e às publicações da Rede Federal evidenciou que o IFRS desenvolveu seu programa de eficiência energética inspirado em ações bem-sucedidas de outros Institutos Federais - entre eles o Instituto Federal do Ceará (IFCE), o Instituto Federal de Alagoas (IFAL) e o Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) -, cujas experiências demonstraram a viabilidade técnica, econômica e educacional da adoção da energia solar fotovoltaica. De acordo com os registros do Portal IFRS (2025).

Esses projetos, observados entre 2020 e 2025, foram incorporados como referências no planejamento do IFRS, principalmente durante a formulação do Programa de Eficiência Energética (PEE). As comparações realizadas nos relatórios institucionais e nos diagnósticos energéticos permitiram reconhecer três dimensões de aprendizagem interinstitucional:

1. Dimensão técnica – A escolha de sistemas fotovoltaicos on-grid, com monitoramento remoto e módulos de 25 a 75 kWp, baseou-se em experiências do IFCE e do IFAL, que já operavam sistemas semelhantes desde 2020 e 2023, respectivamente. Essas instituições demonstraram a eficácia da integração entre infraestrutura, pesquisa e ensino, com aproveitamento dos dados de geração em tempo real para fins didáticos e de extensão;

2. Dimensão econômica – Os estudos do IFTM (Campus Ituiutaba) e do IFAL indicaram retornos financeiros expressivos, com reduções de 35 a 50 % nas contas de energia, dependendo da tarifa local e do regime de geração. Esses resultados reforçaram o argumento institucional do IFRS de que os investimentos em energia solar possuíam payback inferior a

sete anos, conforme também estimado no diagnóstico do Campus Bento Gonçalves (CPFL/IFRS, 2019);

3. Dimensão institucional e de governança – A criação de grupos de trabalho permanentes para gestão de energia, como o GTEE – Grupo de Trabalho de Eficiência Energética do IFRS, foi inspirada no modelo do IFCE, que estruturou um comitê institucional para acompanhar contratos e manutenção das usinas. Essa estrutura de governança reforça a continuidade administrativa e a transparência dos projetos de energia renovável no serviço público.

A Tabela 1, a seguir, sintetiza as principais características dessas experiências, conforme levantamento documental do período 2020–2025.

Tabela 1: Comparativo interinstitucional de projetos fotovoltaicos na Rede Federal

<b>Instituição/ Campus</b>	<b>Ano de im- plantação</b>	<b>Potência ins- talada (kWp)</b>	<b>Investi- mento (R\$)</b>	<b>Economia estimada (%)</b>	<b>Observações</b>
IFRS – Di- versos cam- pi	2019–2024	1.493,52 (kWp total)	≈ 7 mi- lhões	≈ 16 – 20 % (2023)	Programa institucional de eficiência energética com 18 usinas instaladas em duas etapas.
IFCE – Jua- zeiro do Norte	2020	184,8	≈ 730 mil	≈ 40%	Projeto pioneiro com 126 usinas em 30 campi; retorno em 3 anos.
IFAL – Sa- tuba	2023	100 (kWp esti- mado)	n/d	≈ 35%	Sistema modular com 224 painéis e monitora- mento didático em tem- po real.
IFTM – Ituiutaba	2025	70 (kwp esti- mado)	≈ 954 mil	≈ 50%	Projeto ajustado por exi- gências técnicas; efi- ciência de 50 %.

Fonte: Adaptado de IFRS (2024), IFCE (2020), IFAL (2023) e IFTM (2025). Elaboração do Autor.

A leitura interpretativa desses dados, à luz de Bardin (2016), revela que a prática de benchmarking entre instituições públicas fortaleceu o discurso da eficiência energética como política de Estado. Ao reconhecer o sucesso de outros institutos, o IFRS consolidou a ideia de que a energia fotovoltaica representa não apenas um investimento técnico, mas um símbolo de modernização administrativa e de compromisso ambiental.

O Campus Bento Gonçalves, nesse contexto, aparece como um dos polos de referência dentro do próprio IFRS, mas também como um exemplo de adaptação das boas práticas

observadas na Rede Federal. A instalação de 42,92 kWp em 2019 foi acompanhada por um pátio de experimentos fotovoltaicos no Campus Canoas, seguindo o modelo educacional de integração ensino-pesquisa-extensão observado em outras instituições.

Além disso, o IFRS estabeleceu parcerias com programas ministeriais, como o EnergIFE/MEC, reforçando o intercâmbio técnico e a busca por inovação contínua. Essa rede de cooperação interinstitucional permitiu a formação de uma comunidade de aprendizagem sobre energia solar, consolidando um modelo replicável de sustentabilidade pública.

Quanto ao processo de instalação das usinas fotovoltaicas no Campus Bento Gonçalves do IFRS, na sequência descrevem-se as etapas executadas entre 2019 e 2024, e quais desafios ainda permanecem para a consolidação total da política institucional de energia renovável. A partir da análise dos documentos técnicos, dos relatórios de execução do Programa de Eficiência Energética (PEE) e do diagnóstico energético (Projeto Solis MagnIFicus, 2019), foi possível reconstruir a trajetória de implantação da usina solar do campus, destacando as fases de planejamento, execução e acompanhamento.

#### **4.3.1 Etapa de Planejamento e Diagnóstico (2018–2019)**

Conforme o Portal do IFRS (2025) o processo de implantação iniciou-se com o diagnóstico energético institucional, realizado em 2019 em parceria com a CPFL Energia no âmbito do Programa de Eficiência Energética da ANEEL (PROPEE). Essa fase envolveu o levantamento detalhado dos padrões de consumo elétrico, infraestrutura predial, capacidade de conexão à rede da RGE Sul e avaliação técnico-econômica para a instalação de sistemas fotovoltaicos.

O diagnóstico apontou que o Campus Bento Gonçalves possuía elevado potencial de geração devido à sua localização geográfica e disponibilidade de área para instalação dos módulos. O estudo recomendou a instalação de um sistema de 42,92 kWp, capaz de gerar 55,42 MWh/ano, o que representaria 14,47% da energia consumida anualmente no campus De acordo com os registros do Portal IFRS (2025).

#### **4.3.2 Etapa de Execução e Implantação (2020–2022)**

De acordo com o Portal do IFRS (2025) a segunda fase, correspondente à execução das obras e instalação do sistema fotovoltaico, ocorreu entre 2020 e 2022. O processo foi viabilizado financeiramente por meio de recursos do Programa de Eficiência

Energética da CPFL Energia, aprovados pela ANEEL, complementados por contrapartidas orçamentárias do IFRS.

A instalação dos equipamentos envolveu: a montagem da estrutura metálica de suporte dos painéis solares; a instalação dos inversores e quadros de proteção elétrica; o cabeamento e a integração com o sistema de medição da RGE Sul; e a implantação de um sistema de monitoramento remoto de geração e consumo.

A Tabela 2 apresenta a síntese das características técnicas da usina, conforme o relatório do Projeto Solis MagnIFicus.

Tabela 2: Especificações técnicas da usina fotovoltaica – Campus Bento Gonçalves

<b>Item</b>	<b>Especificação</b>
Potência nominal instalada	42,92 kWp
Tipo de sistema	On-grid (conectado à rede)
Geração média anual prevista	55,42 MWh
Percentual de cobertura da demanda	14,47%
Módulos fotovoltaicos instalados	132 unidades de 325 Wp
Inversores	2 inversores trifásicos de 20 kW
Vida útil estimada	25 anos

Fonte: CPFL Energia / IFRS – Projeto Solis MagnIFicus (2019).

O processo de execução transcorreu dentro do cronograma previsto, com acompanhamento técnico da CPFL e fiscalização da equipe de engenharia do IFRS. Em 2022, a usina iniciou a fase de operação experimental, período em que foram observados ajustes de calibração e monitoramento de desempenho. A partir de 2023, passou a operar plenamente, integrando-se ao sistema de medição da concessionária RGE Sul e ao portal institucional de energia do IFRS (Portal IFRS, 2025).

#### **4.3.3 Etapa de Monitoramento e Consolidação (2023-2025)**

De acordo com os registros do Portal IFRS (2025) a terceira fase, em andamento, é dedicada ao monitoramento e consolidação do sistema. Os relatórios do PEE (2023–2025) e os dados contábeis do IFRS demonstram reduções médias de 16,5% nos custos anuais de energia elétrica após a operação plena do sistema, além da alfabetização energética de 14,47% conforme o projeto inicial.

Foram implementados mecanismos de acompanhamento remoto por meio de software de monitoramento, permitindo a verificação contínua da geração e o diagnóstico de eventuais falhas. Contudo, a análise documental de 2024 revela que ainda existem desafios estruturais e administrativos que limitam o aproveitamento total do potencial do projeto, entre eles:

1. A ausência de um plano institucional de manutenção preventiva padronizado;
2. A necessidade de treinamento técnico da equipe local para operação avançada do sistema;
3. E a falta de políticas de reinvestimento dos recursos economizados em novas ações de sustentabilidade.

Essas lacunas configuram a etapa de “o que falta”, destacada na questão de pesquisa. A Análise Documental identificou expressões recorrentes nos relatórios - como “aperfeiçoamento de gestão” e “ampliação das metas de eficiência” - que indicam um discurso de transição organizacional: o IFRS reconhece os avanços alcançados, mas admite a necessidade de consolidar o sistema de governança energética.

Do ponto de vista técnico, há planos em desenvolvimento para ampliar a capacidade fotovoltaica instalada, de modo a atender até 30% da demanda total de energia elétrica do campus até 2026, conforme metas do PDI 2024–2028 e do PEE institucional.

#### 4.4 ECONOMIA GERADA

A análise da economia gerada integrou dados de fontes documentais - faturas mensais da RGE Sul e relatórios contábeis do IFRS -, que foram agrupados por ano e interpretados à luz das diretrizes do Programa de Eficiência Energética (PEE) e do diagnóstico técnico (Projeto Solis MagnIFicus, 2019). Como explicitado na metodologia, optou-se por apresentar os resultados consolidados, com médias representativas do comportamento financeiro e energético ao longo do período de estudo.

##### 4.4.1 Período pré-operação plena (2020–2022)

No período de 2020 - 2022, que antecedeu a operação da usina, o Campus Bento Gonçalves apresentava consumo médio anual de aproximadamente 310.500 kWh, com despesa média de R\$ 285.000,00. Esse padrão de consumo refletia a operação integral das atividades acadêmicas e administrativas, associadas a picos sazonais no inverno - período de maior demanda térmica - e ao uso de equipamentos laboratoriais de alto consumo energético.

Os relatórios contábeis do IFRS indicam que, nessa fase, o custo com energia elétrica correspondia a cerca de 18% do total das despesas de custeio do campus, o que reforçava a necessidade de adoção de medidas de eficiência energética. O diagnóstico energético de 2019, elaborado pela CPFL Energia, já havia projetado que a substituição parcial da energia

adquirida da concessionária por geração fotovoltaica local permitiria uma redução média de 14,47% no consumo anual.

Tabela 3: Estatísticas médias consolidadas (2020–2022)

<b>Indicador</b>	<b>Valor Médio</b>
Consumo anual (kWh)	310.500
Custo anual (R\$)	285.000
Custo médio por kWh	0,92

Fonte: RGE Sul (2020–2022); IFRS (2025b).

#### 4.4.2 Período pós-operação plena (2023–2025)

A partir de 2023, ano de conclusão da instalação e início da operação parcial da usina, verificou-se a redução gradual do consumo e dos gastos com energia. Os dados de 2023 a 2025 confirmam a efetividade econômica da geração fotovoltaica, com economia acumulada e desempenho superior ao previsto no diagnóstico técnico inicial.

Tabela 4: Estatísticas médias consolidadas (2023–2025)

<b>Indicador</b>	<b>Valor Médio</b>
Consumo anual (kWh)	254.600
Custo anual (R\$)	238.000
Participação da usina	14,47%

Fonte: FusionSolar (2026); IFRS (2025a).

#### 4.4.3 Comparação consolidada

Os resultados comparados confirmam a efetividade econômica do investimento, evidenciando retorno financeiro consistente e fortalecimento da autonomia energética institucional. Sob a ótica qualitativa, a economia gerada foi redirecionada para melhorias estruturais, reforçando a racionalidade estratégica da decisão organizacional.

Tabela 5: Variação percentual pré e pós-usina

<b>Indicador</b>	<b>Varição</b>
Redução de consumo	-18%
Redução de custo	-16,5%
Economia média anual	R\$ 47.000

Fonte: Elaboração do autor.

## 4.5 DISCUSSÃO

A análise indica que o modelo é replicável, desde que observadas condições de infraestrutura, financiamento e governança. A padronização técnica adotada pelo IFRS favorece escalabilidade. Entretanto, desafios relacionados à capacitação técnica e manutenção preventiva ainda demandam institucionalização de políticas permanentes. A experiência configura modelo sustentável de inovação pública, com potencial de expansão na Rede Federal. Ainda, os resultados evidenciam convergência entre planejamento estratégico, execução técnica e benefícios econômicos mensuráveis. A energia solar, no contexto analisado, assume papel estratégico na sustentabilidade institucional, articulando eficiência econômica, responsabilidade ambiental e inovação organizacional.

### 4.5.1 Fatores de Replicabilidade Identificados

A análise dos relatórios técnicos e das atas do Grupo de Trabalho de Eficiência Energética (GTEE/IFRS, 2024) permitiu identificar três fatores principais que favorecem a replicação bem-sucedida da experiência de Bento Gonçalves:

a) Padronização técnica dos projetos: o IFRS adotou um modelo padronizado de engenharia e instalação, com especificações técnicas, fornecedores e soluções de monitoramento integradas. Essa padronização reduz custos, facilita a manutenção e permite o acompanhamento comparativo entre campi, tornando o modelo replicável e escalável.

b) Financiamento descentralizado e uso de múltiplas fontes de recursos: Os investimentos foram viabilizados por diferentes origens: recursos da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec/MEC), Programa EnergIFE, chamadas públicas da ANEEL (via CPFL Energia) e emendas parlamentares. Essa diversificação de fontes reduz a dependência orçamentária e aumenta a capacidade institucional de expansão.

c) Integração com ensino, pesquisa e extensão: a experiência de Bento Gonçalves gerou um efeito multiplicador dentro do IFRS, pois os sistemas fotovoltaicos passaram a ser

utilizados também como laboratórios didáticos e fontes de dados para projetos de pesquisa aplicada. Essa integração promove aprendizagem organizacional e amplia o engajamento da comunidade acadêmica na temática da sustentabilidade.

#### **4.5.2 Desafios e Condições para a Expansão**

Apesar dos resultados positivos, os documentos analisados apontam desafios a serem enfrentados para garantir a plena replicação do modelo. Entre os principais, destacam-se:

- a) desigualdade de infraestrutura física entre campi, que limita a instalação de usinas de grande porte em unidades com menor área disponível;
- b) carência de equipes técnicas especializadas, que compromete o monitoramento contínuo e a manutenção preventiva;
- c) necessidade de formalização de uma política institucional de reinvestimento dos recursos economizados com a geração de energia renovável.

Esses desafios reforçam a necessidade de institucionalização do tema da sustentabilidade energética, com políticas permanentes e mecanismos de acompanhamento gerencial. O PDI 2024–2028 prevê, inclusive, a criação de um Núcleo de Sustentabilidade e Eficiência Energética, com atribuições de padronização de práticas e assessoria técnica aos campi.

#### **4.5.3 Impacto Institucional e Sustentabilidade do Modelo**

A expansão da geração fotovoltaica no IFRS projeta benefícios que ultrapassam os limites da economia financeira. De acordo com os relatórios contábeis de 2025, a economia acumulada em energia elétrica nos campi com usinas em operação plena supera R\$ 1,2 milhão, valor que vem sendo redirecionado para melhorias em infraestrutura e aquisição de equipamentos laboratoriais.

Além disso, o modelo de Bento Gonçalves inspirou ações conjuntas com outros Institutos Federais, como o IFCE, IFAL e IFTM, fortalecendo uma rede colaborativa de inovação e sustentabilidade. Esse movimento representa o que Bardin (2016) descreve como a emergência de novos sentidos organizacionais, nos quais a sustentabilidade deixa de ser uma diretriz normativa para se tornar um valor partilhado institucionalmente.

A replicabilidade do projeto, portanto, reflete uma mudança de cultura organizacional, baseada na eficiência, na transparência e na gestão responsável dos recursos públicos.

A energia solar, além de reduzir custos, consolida o papel do IFRS como referência nacional em sustentabilidade na educação pública, conectando-se às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 e à política energética do Governo Federal voltada à transição energética justa.

## 5 CONCLUSÃO

Ancorada na análise qualitativa de documentos institucionais, no diagnóstico energético desenvolvido no âmbito do Projeto *Solis MagnIFicus* e em dados consolidados de consumo e gastos com energia elétrica no período de 2020 a 2025, a pesquisa revelou que a iniciativa constitui um marco institucional que transcende a economia orçamentária, configurando-se como uma inovação pública sustentável, coerente com os princípios da Agenda 2030 e com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7), ou seja, energia acessível e limpa. Adicionalmente, o acompanhamento sistemático da geração de energia por meio dos softwares dos módulos conversores dos equipamentos instalados, acessíveis via web, permitiu monitorar em tempo quase real a performance das usinas, reforçando a transparência e a governança sobre o uso dos recursos públicos. Nesse sentido, a experiência fortalece também a posição do Brasil no contexto da COP 30, ao oferecer evidências concretas de políticas de descarbonização e transição energética implementadas em instituições públicas de educação.

O objetivo geral de identificar os benefícios percebidos frente aos investimentos em energia solar fotovoltaica no Campus Bento Gonçalves foi alcançado. Os resultados demonstraram redução média de aproximadamente 16,5% nos custos anuais de energia, maior previsibilidade orçamentária, diminuição de emissões de CO<sub>2</sub> e fortalecimento da imagem do IFRS como instituição que pratica o que ensina em termos de sustentabilidade. Além dos ganhos mensuráveis, observou-se um avanço institucional em termos de aprendizagem organizacional, reforçando uma cultura de responsabilidade pública e de inovação.

Em relação ao primeiro objetivo específico, que consistia em descrever os motivos que impulsionaram os investimentos, a análise evidenciou que a decisão de implantar a energia solar foi guiada por diretrizes estratégicas expressas no PDI 2024–2028, o qual estabelece a sustentabilidade como princípio transversal da gestão institucional. Houve, portanto, planejamento estruturado, e não decisões episódicas ou isoladas, indicando maturidade gerencial e alinhamento entre os níveis estratégico e operacional.

Quanto ao segundo objetivo específico, que visava analisar os resultados obtidos, constatou-se que os benefícios se manifestam em três dimensões principais: (a) econômica, com economia acumulada de recursos financeiros, reforçando a racionalidade administrativa e abrindo espaço para reinvestimentos em infraestrutura acadêmica; (b) ambiental, com redução das emissões associadas ao consumo de energia de fontes fósseis e ampliação do uso de energia limpa; (c) formativa, uma vez que a usina fotovoltaica se incorporou à infraestrutura pedagógica do campus, servindo de base para projetos de ensino, pesquisa e extensão nas áreas de energia, sustentabilidade e gestão pública.

O terceiro objetivo específico, de propor sugestões replicáveis, também foi alcançado. A padronização técnica dos sistemas, a articulação com programas ministeriais e o uso de modelos de financiamento híbridos criaram condições concretas de replicabilidade institucional, já observada em outros campi do IFRS, o que reforça a capacidade da instituição de aprender com suas próprias experiências e de difundir boas práticas em escala.

Portanto, o estudo reforça que iniciativas como a adoção de energia solar fotovoltaica em instituições federais de educação extrapolam o âmbito estritamente técnico ou financeiro, contribuindo para o fortalecimento da cultura de sustentabilidade, para a formação de cidadãos mais conscientes e para a legitimação de políticas públicas coerentes com os desafios ambientais contemporâneos. Ao evidenciar os benefícios percebidos no Campus Bento Gonçalves, esta pesquisa fornece subsídios para a tomada de decisão em outros campi do IFRS e em organizações públicas que almejam integrar, de forma efetiva, inovação, sustentabilidade e eficiência na gestão dos recursos públicos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. R. G. D. *et al.* Proposição de uma metodologia para análise de viabilidade econômica de uma usina fotovoltaica. **Revista Principia: Divulgação Científica e Tecnológica do Instituto Federal da Paraíba**, v. 1, n. 34, p. 84-92, maio 2016. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1355>. Acesso em: 4 abr. 2025.
- ARNOLDI, Marlene Aparecida Gonzales C.; ROSA, Maria Virgínia de Figueiredo P. do C. **Uma entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para validação dos resultados**. São Paulo: Autêntica Editora, 2007.
- BARBOSA, Roberto Silva *et al.* A teoria do agir organizacional no Subsistema Integrado de Atenção à Saúde do Servidor (SIASS): elucidando comportamentos e integrando ações de saúde ocupacional. **Revista Aracê**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 3, p. 4374-4390, 2024.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BENITES, Lira Luz Lazaro; POLO, Edison Fernandes. A sustentabilidade como ferramenta estratégica empresarial: governança corporativa e aplicação do Triple Bottom Line na Masisa. **Revista de Administração da UFSM**, v. 6, p. 827-841, 2013.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Programa de Eficiência Energética – PROPEE: módulos 4 e 6**. Brasília: ANEEL, 2019.
- CPFL ENERGIA. **Projeto Solis MagnIFicus: diagnóstico energético – Campus Bento Gonçalves e Canoas**. Campinas: CPFL, 2019.
- DADA, M.; POPOOLA, P. **Avanços recentes em materiais e sistemas solares fotovoltaicos para aplicações de armazenamento de energia: uma revisão**. Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences, v. 12, p. 66, 2023.
- ELKINGTON, John. **Há 25 anos eu criei a expressão “Triple Bottom Line”. Saiba por que é hora de repensá-la**. Harvard Business Review, 25 jun. 2018.
- FUSIONSOLAR. **Plataforma de monitoramento e gestão de usinas fotovoltaicas**. 2026. Disponível em: <https://www.fusionsolar.huawei.com>. Acesso em: 17 fev. 2026.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- HUPPES, Gjalt; ISHIKAWA, Masanobu. *A framework for quantifying eco-efficiency analysis*. **Journal of Industrial Ecology**, v. 9, n. 4, p. 25-41, 2005.
- INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). **Plano de Desenvolvimento Institucional 2024–2028**. Bento Gonçalves: IFRS, 2024.
- INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). **Relatório técnico de monitoramento energético – Campus Bento Gonçalves**. Bento Gonçalves: IFRS, 2025a.
- INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). **Relatório contábil e de**

**gestão energética 2025**. Bento Gonçalves: IFRS, 2025b.

KRUGËR, Talles Junior Newton *et al.* Formas de orientação e dimensoes priorizadas nos sistemas de medição de desempenho no setor público: uma revisão sistemática da literatura. **Revista do Serviço Público**, v. 75, n. 3, p. 580-619, 2024.

KUZMA, Edson Luis; OLIVEIRA, Sérgio Luis Dias; SILVA, Adriana Queiroz. **Competências para a sustentabilidade organizacional: uma revisão sistemática**. Cadernos EBAPE, v. 15, edio especial, 2017.

MORAES, Roque. Análise de Conteúdo. **Revista Educao**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MUNCK, Luciano *et al.* Em busca da sustentabilidade organizacional: a proposio de um framework. **Revista Alcance**, v. 20, n. 4, p. 460-477, 2013.

RGE SUL DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A. **Faturas e relatórios de consumo de energia elétrica – Campus Bento Gonçalves (2020–2025)**. Bento Gonçalves: IFRS, 2025.

SCHUMPETER, Joseph A. **Teoria do Desenvolvimento Econmico**. 3. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

SILVA, Crisóstomo Hermes Soares Trajano da *et al.* Tendências de novas tecnologias da energia solar. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 8, p. 55730-55750, 2022.

SOOD, Sachit. **Quadruple Bottom Line**. Social Enterprise Associates, 2013.

TIDD, Joe; BESSANT, John; PAVITT, Keith. **Gestão da inovao**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2005.

VENTURINI, Lauren Dal Bem; LOPES, Luis Felipe Dias. **O modelo triple bottom line e a sustentabilidade na administrao pública**. Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

VIAN, ngelo *et al.* **Energia solar: fundamentos, tecnologia e aplicaoes**. São Paulo: Blucher, 2021.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.