



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
GESTÃO DE AGRONEGÓCIOS

REBECCA SATHLER CESAR ATAYDE

**AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM E IMPACTO COMPORTAMENTAL PARA
SUSTENTABILIDADE E TRANSICAO ENERGETICA: UM ESTUDO COM
ESTUDANTES DE GRADUACAO DE DIFERENTES UNIVERSIDADES FEDERAIS
NO BRASIL**

Brasília - DF

2026

REBECCA SATHLER CESAR ATAYDE

AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM E IMPACTO COMPORTAMENTAL PARA
SUSTENTABILIDADE E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: UM ESTUDO COM
ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO DE DIFERENTES UNIVERSIDADES FEDERAIS NO
BRASIL

Monografia apresentada ao curso de Gestão de Agronegócios, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Gestão de Agronegócios.

Orientadora: Prof.^a Dr. Maria Julia Pantoja

Brasília - DF

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM E IMPACTO COMPORTAMENTAL PARA
SUSTENTABILIDADE E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: UM ESTUDO COM
ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO DE DIFERENTES UNIVERSIDADES
FEDERAIS NO BRASIL

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do
Curso de Gestão de Agronegócios da Universidade de Brasília do aluno:

Aprovado em 19 de fevereiro de 2026.

REBECCA SATHLER CESAR ATAYDE

Professora Doutora Maria Julia Pantoja
Universidade de Brasília (UnB)
(Presidente/Orientadora)

Professora Doutora Ellen Presotto
Universidade de Brasília (UnB)
(Membro interno)

Alberto Abadia dos Santos Neto
Faculdade CNA
(Membro externo)

Brasília – DF

2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me sustenta e está presente em minha vida em todos os momentos.

Agradeço aos familiares pelo apoio, compreensão durante todo o processo de graduação.

Agradeço aos professores pela dedicação, parceria e pelos incontáveis ensinamentos.

A minha orientadora professora Doutora Maria Julia Pantoja, pela paciência e dedicação durante todo o desenvolvimento desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A transição energética e a sustentabilidade dependem fundamentalmente da formação de cidadãos conscientes, implicando a necessidade de modelos educacionais que integrem as dimensões teórica e prática. Este estudo faz parte do projeto de extensão “Cidadania a respeito de Energia Elétrica: Troca de Saberes no Contexto Escolar e Universitário” e buscou avaliar a eficácia do modelo de “trilhas de aprendizagem” na aquisição de conhecimentos e nas mudanças comportamentais de estudantes de graduação das universidades de Brasília (UnB), do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Uberlândia (UFU). A pesquisa exploratória-descritiva, de natureza aplicada e abordagem quantitativa teve a seguinte questão norteadora: Em que medida os participantes da trilha de aprendizagem adquiriram novos conhecimentos sobre sustentabilidade, setor elétrico e transição energética e perceberam que houve mudanças em seus comportamentos cotidianos acerca dos temas estudados? Os resultados obtidos demonstraram que a trilha de aprendizagem exerceu impacto positivo nos hábitos e comportamentos dos estudantes, demonstrando efetividade na assimilação de conhecimentos, desenvolvimento de competências e estímulo à reflexão crítica sobre sustentabilidade e setor energético. Os dados comportamentais sugerem predisposição à adoção de práticas mais sustentáveis, sinalizando possível transição do nível cognitivo para o nível atitudinal. Ademais, destaca-se que a compreensão dos temas relacionados ao setor elétrico e à transição energética possui relevância estratégica para setores produtivos intensivos em energia, como o agronegócio. Nesse sentido, a pesquisa tanto contribui para a formação de estudantes com maior consciência energética, quanto para a implementação de práticas individuais mais responsáveis e decisões produtivas mais eficientes e sustentáveis nos contextos do agronegócio.

Palavras-chave: Trilhas de Aprendizagem. Ensino Superior. Hábitos Sustentáveis. Transição Energética. Universidades.

ABSTRACT

The energy transition and sustainability fundamentally depend on the education of informed citizens, implying the need for educational models that integrate both theoretical and practical dimensions. This study is part of the extension project “Citizenship Regarding Electric Energy: Exchange of Knowledge in School and University Contexts” and sought to evaluate the effectiveness of the “learning pathways” model in the acquisition of knowledge and in behavioral changes among undergraduate students from the University of Brasília (UnB), the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), and the Federal University of Uberlândia (UFU). This exploratory-descriptive research, of an applied nature and quantitative approach, was guided by the following research question: To what extent did participants in the learning pathway acquire new knowledge about sustainability, the electricity sector, and the energy transition, and perceive changes in their daily behaviors regarding the topics studied? The results demonstrated that the learning pathway had a positive impact on students’ habits and behaviors, showing effectiveness in knowledge assimilation, competency development, and in fostering critical reflection on sustainability and the energy sector. Behavioral data suggest a predisposition toward adopting more sustainable practices, indicating a possible transition from the cognitive level to the attitudinal level. Furthermore, it is noteworthy that understanding topics related to the electricity sector and the energy transition holds strategic relevance for energy-intensive productive sectors, such as agribusiness. In this sense, the research contributes both to the education of students with greater energy awareness and to the implementation of more responsible individual practices and more efficient and sustainable productive decisions within agribusiness contexts.

Keywords: Learning Pathways. Higher Education. Sustainable Habits. Energy Transition. Universities.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1 Educação e Transição Energética para a Sustentabilidade.....	12
3.1.1 Sustentabilidade no Agronegócio	13
3.2 Trilhas de Aprendizagem: Uma Solução Inovadora.....	15
3.3 O modelo de avaliação de Kirkpatrick e os 4 níveis de avaliação	16
3.4 Contexto da Trilha de Aprendizagem: Setor Elétrico	18
4 METODOLOGIA.....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Design instrucional da trilha de aprendizagem para cidadania no setor elétrico.....	24
5.2 Comparar o nível de conhecimentos sobre sustentabilidade e transição energética de estudantes de graduação antes e após a conclusão da trilha de aprendizagem.....	28
5.3 Analisar os níveis de aprendizagem obtidos pelos estudantes nas atividades propostas nos trilhos: setor elétrico, transição energética e hábitos sustentáveis, identificando os níveis de aprendizagem satisfatórios e pontos de melhoria.....	31
5.4 Avaliar o impacto dos conteúdos abordados nos trilhos para mudanças de hábitos e comportamentos dos estudantes que percorreram a trilha de aprendizagem.....	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE	46
ANEXO A – Questionário pré e pós teste.....	46
ANEXO B – Pesquisa Comportamental.....	50

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade energética é um conceito amplamente estudado nos dias atuais e está diretamente ligado ao tema “transição energética”. Ferreira et al. (2021); Haldar et al. (2025); Yannam et al. (2026) argumentam, que a transição energética não é meramente um desafio tecnológico ou econômico, mas fundamentalmente um processo social que exige a consideração ativa das pessoas e de suas capacidades para garantir resultados justos e sustentáveis. Nesse sentido, reconhecem que as pessoas estão na centralidade dessa pauta, por participarem dos benefícios e desafios cotidianos ligados ao tema, o que se torna primordial para avanços na realização de políticas públicas compromissadas com o desenvolvimento sustentável no setor energético.

No setor do agronegócio, essa temática assume uma importância estratégica, visto que a transição para matrizes energéticas mais limpas e renováveis constitui um eixo estruturante para a sustentabilidade da produção rural. A integração de fontes como a biomassa, o biogás e a energia solar nas cadeias produtivas não apenas reduz a pegada de carbono no setor, mas também amplia a competitividade internacional dos produtos brasileiros frente a mercados cada vez mais exigentes. Assim, as implicações dessa transição transcendem a eficiência operacional, refletindo-se na segurança alimentar e na preservação dos recursos naturais, o que acentua a relevância de uma gestão orientada para a inovação e para a adoção de tecnologias que harmonizem a produtividade agrícola com as metas globais de descarbonização.

Diante desse cenário, o relatório da UNESCO (2017), salienta que “A educação para o desenvolvimento sustentável contribui para a construção de saberes e para a mudança nos comportamentos e hábitos dos indivíduos, buscando a integridade ambiental, viabilidade econômica e sociedade justa para as gerações presentes e futuras”. Essa abordagem requer consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) principais objetivos a serem alcançados pelo mundo, até o ano de 2030, dos quais, 5 dos 17 objetivos, estão relacionados à sustentabilidade e transição energética.

Em convergência com as diretrizes globais, o universo educativo apresenta alto potencial para o engajamento do tema, viabilizado pela capacitação dos espaços acadêmicos e pelo desenvolvimento de pesquisadores e de profissionais em suas diferentes áreas de atuação (Ferreira et al. 2021). Ao colocar crianças e jovens como protagonistas dessa transição, a promoção da educação e de pesquisas voltadas ao desenvolvimento sustentável permite a formação de cidadãos conscientes e engajados na preservação do Planeta e no desenvolvimento para uma sociedade equitativa.

Para a disseminação desses conhecimentos é interessante que seja feita uma abordagem holística, explorando conceitos relacionados ao tema sustentabilidade, bem como: transição energética, hábitos sustentáveis, e setor elétrico brasileiro. Para a integração desses conteúdos, o modelo de trilhas é um formato dinâmico e multimodal de unidades de aprendizagem, pois desenvolve competências técnicas e comportamentais através da flexibilidade e dos diferentes recursos que o modelo de ensino proporciona (Lopes e Lima, 2019).

Além disso, apesar de existirem estudos nacionais que abordam o modelo de aprendizagem através de trilhas e a educação para o desenvolvimento sustentável, há uma lacuna sobre a aplicação do método com estudantes de graduação acerca do tema cidadania no setor elétrico, conforme constatado em buscas realizadas nas principais bases científicas nacionais, na área de Administração, como o Portal SPELL e Portal de Periódicos CAPES, e em eventos nacionais como o EnAnpad e EnAngrad.

De acordo com o conceito apresentado no Relatório Brundtland (1987), desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias, dessa forma, no presente se faz necessário capacitar e conscientizar cidadãos para hábitos sustentáveis, através do ensino, para que no futuro se desfrute das mesmas ou de melhores condições ambientais. Portanto, a formação de uma sociedade capaz de compreender a importância desse desafio é o ponto de partida para orientar atitudes e decisões que garantam o equilíbrio entre as relações humanas e os recursos naturais. Com isso, por meio da mudança de hábitos no presente é possível assegurar um cenário futuro sustentável e responsável.

Dentro desse enfoque, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) juntamente com a Universidade de Brasília (UnB) desenvolveu uma proposta inovadora para a aprendizagem de conhecimentos, habilidades e atitudes, visando potencializar reflexões significativas e comportamentos orientados à sustentabilidade e ao consumo consciente de energia elétrica, para proporcionar um ambiente favorável ao fortalecimento de uma cultura de participação e cidadania no setor elétrico. Dada a relevância dessa proposta, emerge a necessidade de avaliar sua eficácia prática, o que conduziu a formulação da questão norteadora do presente estudo: Em que medida os participantes da trilha de aprendizagem adquiriram novos conhecimentos sobre sustentabilidade, setor elétrico e transição energética e perceberam que houve mudanças em seus comportamentos cotidianos acerca dos temas estudados?

Para responder a essa problemática, foi estabelecido como objetivo desta pesquisa, avaliar a eficácia da Trilha de Aprendizagem: Cidadania no Setor Elétrico na aquisição de conhecimentos e mudanças de hábitos e comportamentos sustentáveis em estudantes de graduação de diferentes universidades federais. Para tanto, a pesquisa de natureza exploratória descritiva utilizou uma amostra composta por 98 estudantes de graduação, no recorte temporal de março de 2024 a agosto de 2025.

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos, além da introdução, sendo que no primeiro capítulo encontram-se detalhados o objetivo geral e os específicos do estudo; o capítulo 2 apresenta o referencial teórico que fundamenta a discussão dos resultados; e o terceiro descreve o percurso metodológico adotado. Os resultados e suas respectivas análises são apresentados no quarto capítulo, seguidos pelas considerações finais no capítulo 5.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficácia da **Trilha de Aprendizagem: Cidadania No Setor Elétrico** na aquisição de conhecimentos e mudanças de hábitos e comportamentos sustentáveis em estudantes de graduação.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever o design instrucional da trilha de aprendizagem para cidadania no setor elétrico;
- b) Comparar o nível de conhecimentos sobre sustentabilidade e transição energética de estudantes de graduação antes e após a conclusão da trilha de aprendizagem;
- c) Analisar os níveis de aprendizagem obtidos pelos estudantes nas atividades propostas nos trilhos: setor elétrico, transição energética e hábitos sustentáveis, identificando os níveis de aprendizagem satisfatórios e pontos de melhoria;
- d) Avaliar o impacto dos conteúdos abordados nos trilhos para mudanças de hábitos e comportamentos dos estudantes que percorreram a trilha de aprendizagem.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta o referencial teórico que fundamenta a presente pesquisa. A construção da base conceitual está estruturada em cinco tópicos centrais que se conectam para dar suporte a análise proposta. Inicia-se com a discussão sobre Educação e transição energética para sustentabilidade, seguida por uma análise da Sustentabilidade no agronegócio. Posteriormente, são abordadas as Trilhas de aprendizagem como uma solução educacional inovadora e o Modelo de Kirkpatrick (2006) e os 4 níveis de avaliação, ferramenta utilizada para mensurar a eficácia do processo formativo. Por fim, contextualiza-se o campo de aplicação do estudo no tópico Contexto da trilha: setor elétrico, articulando teoria a prática.

3.1 Educação e Transição Energética para a Sustentabilidade

A transição energética é a “passagem global de sistemas de produção e consumo de energia baseados em fontes fósseis — como petróleo, carvão e gás natural — para fontes de energia renováveis, como eólica e solar, com o objetivo de atingir emissões zero de carbono até 2050” (S&P Global). Ao longo da história, o mundo inteiro passou por várias transições energéticas, desde o uso do fogo ao vapor, que movia as máquinas da primeira revolução industrial até os dias atuais. Em resumo, transição energética é a mudança de uma fonte de energia para outra, que seja mais sustentável, ou seja, uma matriz que reduza as emissões de gases de efeito estufa (GEE). (Ministério de Minas e Energia)

Nesse contexto, frear as mudanças climáticas se tornou um objetivo comum onde o mundo se une para melhorar seus hábitos buscando colher um futuro melhor e mais sustentável. Através de tratados internacionais, como o Acordo de Paris e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, fica estabelecido o compromisso de cooperação entre as nações para reduzir as emissões de GEE e fomentar projetos de energia limpa. Para que esse objetivo seja alcançado é importante que a transição energética e a promoção de hábitos sustentáveis não sejam assuntos abordados apenas no campo político e estratégico, mas que estejam presentes na base da formação de profissionais, ou seja, nas escolas e universidades com objetivo de conscientizar comportamentos, capacitar e aprimorar os estudantes para a formação de hábitos que reproduzam efeitos a longo prazo (Ferreira *et al.* 2021).

A educação para a sustentabilidade é um campo interdisciplinar, que busca ensinar atitudes e competências para o enfrentamento de desafios ecológicos, não se limitando apenas à transmissão de conteúdos técnicos, mas a formação crítica de indivíduos capazes

de compreender e transformar cenários complexos e diversos (Apolinário, 2019). Ainda, de acordo com Ferreira (2018, *apud.* Ferreira, 2021), a teoria da interdisciplinaridade configura-se como um espaço dinâmico de transformação e renovação, no qual processos de interiorização e exteriorização do conhecimento impulsionam mudanças e favorecem a construção de novas compreensões sobre o contexto. Porém, “além de valorizar os conhecimentos multi e interdisciplinares, faz-se necessário promover o desenvolvimento da tríade ensino-pesquisa-extensão e considerar as possibilidades nos espaços formais e não formais da educação” (Ferreira, 2018, p. 22 *apud.* Ferreira, 2021)

A literatura sobre educação e sustentabilidade apresenta o conceito de aprendizagem transformadora (Brodowski, 2023), que corresponde ao processo de aprendizagem profunda que envolve mudança de perspectivas e de significados, não apenas adquirindo novos conhecimentos, mas revendo hábitos, crenças e valores. A aprendizagem transformadora se diferencia de outras abordagens educacionais por provocar reflexão crítica, diálogo e reconstrução de sentido em assuntos de alta complexidade, como a sustentabilidade, onde as situações desejáveis entram em conflito com dilemas bem consolidados na sociedade. Para isso é importante discernir e interiorizar a realidade, e não apenas tomar ciência da situação através da transmissão de informação, mas estar em um lugar aberto para reflexão e transformação de condições, tornando-se capazes de participar ativamente de processos de transformação social profunda (Brodowski, 2023).

3.1.1 Sustentabilidade no Agronegócio

Os conceitos de sustentabilidade e transição energética estão diretamente ligados com o setor produtivo brasileiro, que depende majoritariamente dos recursos naturais para sua subsistência. O agronegócio brasileiro destaca-se globalmente pela sua capacidade produtiva e pela relevância nas exportações. Contudo, a expansão agrícola está diretamente relacionada a desafios ambientais significativos, como desmatamento, degradação do solo, emissões de GEE e uso intensivo de recursos naturais, os quais têm dificultado os avanços na produtividade agrícola e no desenvolvimento rural (Vishnoi e Goel, 2024).

Nesse contexto, a incorporação de práticas sustentáveis e a adoção de alternativas energéticas sustentáveis, torna-se elemento central para a manutenção da competitividade e sobrevivência do setor. Melo, Cruz e Silva (2025) afirmam que segundo o Sebrae (2023), a incorporação de práticas sustentáveis e de governança corporativa pode aumentar a competitividade do setor, facilitar o acesso a linhas de crédito e elevar o valor

agregado dos produtos, especialmente no mercado internacional. Vishnoi e Goel (2021) afirmam que “a agricultura 4.0, o quarto desenvolvimento da tecnologia agrícola, estabelece alguns requisitos essenciais, dentre eles a produtividade sustentável a longo prazo” isso reforça um caminho possível para um futuro sustentável.

Atualmente o Brasil já caminha para um cultivo sustentável, o qual é ratificado através de práticas como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), o manejo sustentável do solo, o uso de bioinsumos e a adoção de tecnologias de aproveitamento dos recursos naturais (Energia solar, energia eólica, produção de biogás a partir de resíduos), todos estes configuram exemplos de iniciativas que conciliam eficiência produtiva e redução de impactos ambientais (Melo, Cruz e Silva, 2025). Por meio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), é possível cultivar de forma sustentável e tecnológica. A empresa desempenha papel fundamental na geração de tecnologias voltadas à agricultura de baixo carbono, a qual contribui fundamentalmente para a mitigação das mudanças climáticas, através do sequestro de carbono, e representa um pilar na transição energética, por interligar a produção de alimentos com a produção de bioenergia e a redução da dependência de combustíveis fósseis.

Ademais, é importante salientar que o agronegócio é responsável por mais da metade da energia renovável usada no Brasil (FGV, 2025), englobando fontes como o etanol de cana-de-açúcar, o biodiesel de soja, o biogás proveniente de resíduos agropecuários e outros subprodutos. Conforme dados do Balanço Energético Nacional (BEM, 2025), sem essa contribuição a participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira cairia de 60% para cerca de 20%, aproximando-se da média global, atualmente em torno de 15%. Nesse contexto, a forte presença do agronegócio na oferta de energia renovável constitui um diferencial estratégico do país em comparação às demais potências agroindustriais, especialmente no que se refere à sustentabilidade energética.

Nessa perspectiva, as práticas sustentáveis no agronegócio configuram-se como instrumentos essenciais para a mitigação dos impactos ambientais e a promoção de sustentabilidade produtiva. A adoção de uma abordagem que integre produção e inovação tecnológica influencia diretamente a preservação dos recursos naturais e conduz à eficiência operacional e ao aumento da competitividade do setor (EMBRAPA, 2022; Neves, 2021; *apud.* Melo, Cruz e Silva, 2025). Sob essa ótica, torna-se fundamental articular os temas de Transição energética, sustentabilidade e setor elétrico ao contexto do agronegócio. Tal integração viabilizada por meio de trilhas de aprendizagem, um modelo flexível e inovador de ensino, não apenas amplia a compreensão sobre

produtividade e sustentabilidade, mas também atua como um motor para o desenvolvimento de conhecimento e para o exercício da cidadania, capacitando os indivíduos a intervirem de forma consciente e responsável na realidade do setor.

3.2 Trilhas de Aprendizagem: Uma Solução Inovadora

A concepção tradicional de que o estoque de conhecimentos, por si só, assegura a expressão das competências tem sido superada por uma visão mais integradora. Atualmente, reconhece-se que a mobilização de habilidades e atitudes é essencial não apenas no contexto laboral, mas também nas esferas educacional e pessoal. Essa perspectiva multidimensional é fundamental para otimizar a aprendizagem e o desempenho de gestores e equipes de trabalho em diferentes áreas de atuação profissional, possibilitando que o indivíduo responda com agilidade aos desafios complexos da vida contemporânea, seja no desenvolvimento de sua cidadania, na busca por autoconhecimento ou na entrega de resultados organizacionais efetivos e sustentáveis.

Segundo Lopes e Lima (2019) a definição da palavra trilha pode ser entendida em dois sentidos, sendo o literal o "ato ou efeito de trilhar", ou "vestígio que uma pessoa ou animal deixa no lugar por onde passa", ou, no sentido figurado, como um "caminho a seguir"; "exemplo a ser imitado". Ademais, segundo o dicionário Michaelis (2026), o termo "aprendizagem" possui como significado "adquirir habilidade prática" e deriva do verbo "aprender", assim uma trilha de aprendizagem pode ser considerada como um caminho para adquirir habilidades.

Segundo Carbone (2017), as Trilhas de Aprendizagem podem ser definidas como um sistema de desenvolvimento de competências onde os indivíduos aprendem através de um conjunto de objetos de aprendizagem organizados e disponíveis à sua volta, escolhendo a melhor opção de aprendizagem para si. Esse desenvolvimento, nos níveis pessoal e profissional, se dá por meio de múltiplas opções de aprendizagem e autonomia ao longo do percurso de aprendizagem (Reisch e Dalmau, 2020). Além disso, o conceito envolve a noção de que o indivíduo possui características singulares e específicas, possuindo diferentes estilos e formas de aprender (Chagas, Ribeiro e Costa, 2021). Portanto, Trilhas de Aprendizagem constituem-se em abordagem inovadora para desenvolver habilidades necessárias ao desempenho da atividade desenvolvida, assim a integração de conhecimentos visa novos questionamentos, novas buscas e cria possibilidades para a transformação da própria realidade (Ferreira *et al.* 2021).

A estruturação de Trilhas de Aprendizagem compreende um conjunto articulado de etapas que procuram assegurar o desenvolvimento das competências necessárias ao

processo formativo. Inicialmente, realiza-se a coleta e análise de dados provenientes do diagnóstico de necessidades de capacitação, bem como dos fatores relacionados ao contexto organizacional. Em seguida, procede-se à definição das trilhas, incluindo sua nomenclatura e a formulação dos objetivos geral e específicos, esses objetivos devem expressar as habilidades a serem desenvolvidas, orientando tanto a seleção dos conteúdos quanto a definição das estratégias pedagógicas.

A terceira etapa consiste no sequenciamento dos conteúdos considerados relevantes para a operacionalização dos objetivos estabelecidos, os mesmos deverão ser organizados de forma lógica e progressiva, de modo a favorecer a construção gradual do conhecimento e a consolidação da aprendizagem. Posteriormente, realiza-se a escolha das opções de aprendizagem, levando em consideração as especificidades do público-alvo e os aspectos culturais da organização, como crenças e valores. Por fim, busca-se identificar e selecionar ações a serem inseridas nas diferentes opções de aprendizagem.

A Trilha de Aprendizagem Cidadania no Setor Elétrico tem o objetivo de capacitar os estudantes de ensino superior para desenvolverem as seguintes habilidades: compreender os conceitos de energia elétrica, matriz energética, principais características e atores do setor elétrico; analisar os desafios da transição energética no Brasil, considerando aspectos relativos ao meio ambiente e à justiça social; e demonstrar receptividade às atitudes e comportamentos de cidadania e às novas formas de participação e consumo de energia elétrica, adotando ações inovadoras que respondam adequadamente ao contexto atual e aos cenários futuros. Consoante a estes posicionamentos, (Ferreira *et al.* 2021, *apud.* Zabala, 2002) defende que a organização dos currículos, conteúdos e metodologia de uma trilha devem atender ao objetivo maior que é o de formar cidadãos e profissionais que possam enfrentar a complexidade da realidade vivida na contemporaneidade.

Em síntese, o uso de trilhas de aprendizagem como estratégia para o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades possibilita trazer um novo olhar para a capacitação, imprimindo maior dinamismo e aproveitamento do tempo, tal como o contexto atual de transformação digital exige, no âmbito das instituições públicas e privadas.

3.3 O modelo de avaliação de Kirkpatrick e os 4 níveis de avaliação

Tratando-se de avaliação de métodos de aprendizagem, o modelo de Kirkpatrick (2006) é mundialmente conhecido e aplicado em contextos educacionais, a fim de medir os potenciais efeitos do método utilizado (Falletta, 1998). O modelo propõe uma

abordagem sistemática e hierarquizada, estruturada em quatro níveis de análise interdependentes (reação, aprendizagem, comportamento e impacto), que visa medir a eficácia dos programas de treinamento e aprendizagem e qual o seu impacto sobre os participantes. (Kirkpatrick, 2006 apud. Cahapay, 2021)

Com base em Kirkpatrick & Kirkpatrick (2006):

O nível de reação refere-se ao grau de satisfação dos participantes e à forma como eles percebem o modelo de aprendizagem. A análise do engajamento, da participação ativa e das respostas dos participantes permite aos avaliadores compreenderem a percepção geral sobre a qualidade e a relevância do programa. O nível aprendizagem avalia o grau de aquisição de conhecimentos, habilidades e valores pelos participantes ao longo do programa. Nesse nível, investiga-se a percepção dos participantes quanto à sua capacidade de executar as mudanças esperadas, o nível de confiança em sua própria atuação e a motivação para aplicar os aprendizados adquiridos. Já o nível comportamento examina as mudanças comportamentais dos participantes no contexto do ambiente de trabalho como resultado direto do treinamento. A avaliação desse nível deve ser realizada ao longo de semanas ou meses após a conclusão do programa, a fim de verificar a efetiva transferência do aprendizado para a prática profissional. Por fim, o nível de impacto analisa os resultados institucionais decorrentes do programa de treinamento, evidenciando o retorno sobre o investimento realizado. A avaliação desse nível apresenta maior complexidade, uma vez que envolve resultados de longo prazo, exigindo o desenvolvimento de métodos específicos e adequados para mensurar tais efeitos de forma consistente.

Kirkpatrick (2006) afirma que cada nível é importante e não deve ser negligenciado, sem a coleta de dados em cada um dos níveis, o avaliador perde informações valiosas, tornando a interpretação de resultados limitada ou até nula, pois o modelo é integrativo e funciona através da combinação dos 4 níveis (2006). Estudos empíricos sobre a aplicação do método de Kirkpatrick em unidades de ensino superior mostram que quando aplicado, sua implementação ocorre de forma parcial predominando a avaliação apenas nos níveis iniciais do modelo. Isso ocorre devido ao fato de que após a finalização teórica dos treinamentos, o que compõe as avaliações 1 e 2 do modelo – reação e aprendizagem - é difícil acompanhar os alunos em campo, assim muitos educadores tendem a se limitar aos níveis iniciais do modelo, privilegiando indicadores de satisfação e percepção subjetiva dos participantes em detrimento de evidências de mudança comportamental e impacto pessoal e institucional (Cahapay, 2021). Destarte, a avaliação de ações educacionais que visam mudanças comportamentais e impactos sociais, demanda abordagens integradas capazes de considerar os resultados imediatos de aprendizagem, e os fatores contextuais e institucionais que influenciam a transferência do aprendizado para a prática (Nascimento; Abbad, 2024).

Embora o método vise integrar e comparar os níveis de avaliação existe uma lacuna de evidências que comprovem as conexões causais entre os níveis avaliados – reação, aprendizagem, comportamento e impacto – o que limita a descrever resultados

isolados em cada nível, sem testar empiricamente a relação causal entre os dados e os resultados, gerando uma lacuna que evidencia uma fragilidade significativa na aplicação prática do modelo no ensino superior.

Portanto, embora o Modelo de Kirkpatrick (2006) seja amplamente utilizado na avaliação educacional, sua implementação no ensino superior pode ocorrer de forma parcial, quando não respeitados todos os níveis da pesquisa, trazendo fragilidade à metodologia e enviesando os resultados (Cahapay, 2021). Os estudos reforçam a necessidade de estratégias para o acompanhamento dos níveis comportamento e impacto, buscando analisar a efetividade do programa além da parte técnica/teórica além de enfatizar que o modelo permanece relevante para a avaliação de treinamentos, especialmente quando o foco está na aprendizagem e na mudança de comportamentos, mesmo em contextos envoltos por tecnologias educacionais (Teodoro; Cardoso; Ramos, 2023).

3.4 Contexto da Trilha de Aprendizagem: Setor Elétrico

O setor elétrico mundial está passando por uma transformação histórica, impulsionado pelos problemas climáticos, a crescente demanda por energia elétrica requer mudanças na matriz energética. Neste contexto, “a transição energética em curso representa um marco significativo na história da humanidade, impulsionada pela urgente necessidade de mitigar os impactos do aquecimento global e avançar em direção a um futuro sustentável” (Castro; Brandão, 2024, p. 15).

O padrão mundial de consumo ainda é pautado em fontes de energia não renováveis como o petróleo, carvão e o gás natural, sendo o último o menos poluidor. O caminho para a transição energética é a substituição gradativa, já em curso, da geração de energia elétrica a partir de fontes não renováveis por fontes renováveis, retirando da matriz elétrica as usinas térmicas a carvão, óleo combustível e, posteriormente, gás natural (Castro; Brandão, 2024). A partir da transição para a energia renovável o processo de descarbonização avança, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa (GEE) o que contribui para o alcance dos ODS e de hábitos sustentáveis.

No cenário nacional, o Brasil desfruta de uma imensa riqueza de recursos naturais, com altos índices de irradiação solar, favorecido devido ao clima tropical, e o vasto potencial hídrico, por ser um país com dimensões continentais o crescimento econômico e o aumento na demanda por energia elétrica trazem um desafio para o sistema elétrico nacional, o qual é formado em sua maioria por hidrelétricas, fonte renovável e imprevisível que vem sofrendo com as mudanças climáticas.

A matriz energética é composta majoritariamente por hidrelétricas que são responsáveis por cerca de 55% da geração de eletricidade, seguidos por fontes eólicas, 14,1% e fontes solares, 9,3% (Empresa de Pesquisa Energética). Atualmente, o Brasil conta com uma capacidade instalada de geração de 222.986 MW, dos quais aproximadamente 75,4% são provenientes de fontes hídricas e outras fontes renováveis como a biomassa, eólica e solar, e com mais de 171 mil quilômetros de linhas de transmissão (ONS, 2024) que funciona por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN), resultante da integração dos pequenos sistemas elétricos e, de acordo com a AgênciaGov (2024), apenas 3 milhões de pessoas são atendidas fora do SIN, por meio de pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica. Cabe ressaltar que o Brasil se destaca no mundo inteiro pelo alto percentual de fontes renováveis de energia em sua oferta interna (Brasil, 2023).

Concomitantemente, o Brasil conta com dificuldades hidrográficas, resultantes da combinação entre desigualdades regionais na disponibilidade de água, crescimento populacional, uso intensivo dos recursos naturais e os efeitos das mudanças climáticas (Agência Nacional de Águas, 2019). Apesar de o país concentrar significativa parcela da água doce superficial do planeta, a sua distribuição é irregular, com regiões como o Nordeste – semiárido - que detêm valores reduzidos de disponibilidade hídrica por conta das características da região, como a baixa capacidade de armazenamento de água no solo e a irregularidade no regime de precipitações. Nesse contexto, a transição energética assume papel estratégico, uma vez que o atual modelo de produção e consumo de energia impacta diretamente os recursos hídricos. A Empresa de Pesquisa Energética afirma em seu plano nacional de energia que o processo de transição é complexo e longo, a nova transição energética terá como base a eletrificação (sobretudo renovável através da energia solar e eólica), os biocombustíveis, a eficiência energética (catalisada pela digitalização) e o gás natural, alinhando-se aos princípios do desenvolvimento sustentável e da gestão sustentável dos recursos naturais.

Historicamente, a atuação no setor elétrico é marcada pela presença masculina, com a crescente demanda de empregos, devido ao desenvolvimento constante do setor de energia apenas cerca de 20% dos empregos são ocupados por mulheres, apesar de representarem quase 40% da força de trabalho global em todos os setores (Agência Internacional de Energia), sendo assim esse assunto vem ganhado destaque nos debates acadêmicos e institucionais, especialmente no contexto da transição energética e da promoção da equidade de gênero. Como uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU está a igualdade de gênero (ODS 5), que enfatiza

a participação das mulheres em setores dominados pelo gênero oposto, uma vez que a transição para sistemas energéticos mais sustentáveis exige soluções integradas e representativas, é fundamental a ampliação da participação feminina contribui para o aprimoramento do desempenho no setor energético (Agenda 2030).

Uma vez estabelecida a base teórica que sustenta esta pesquisa, torna-se necessário detalhar os procedimentos metodológicos adotados. O capítulo, a seguir, descreve a metodologia, especificando a natureza da pesquisa, a amostra e os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para avaliar a eficácia da intervenção educativa proposta.

4 METODOLOGIA

É fundamental salientar que este estudo se origina de um projeto de extensão¹ mais amplo, intitulado “Cidadania a respeito de Energia Elétrica: Troca de Saberes no Contexto Escolar e Universitário”. A iniciativa interinstitucional, desenvolvida entre março de 2024 a agosto de 2025, contou com a colaboração entre a Universidade de Brasília, a Universidade Federal de Uberlândia e a Agência Nacional de Energia Elétrica, com a participação da Universidade Federal do Pará e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Portanto, representa um recorte de uma ação mais abrangente, esta pesquisa aprofunda uma de suas facetas, oferecendo uma contribuição específica e relevante para o campo dos estudos educacionais.

A presente pesquisa caracteriza-se como de natureza aplicada, uma vez que busca gerar conhecimentos voltados à resolução de problemas práticos relacionados à avaliação da aprendizagem e ao impacto comportamental no contexto de hábitos sustentáveis e da transição energética. Quanto aos objetivos, o estudo é exploratório-descritivo, pois visa tanto explorar um modelo ainda pouco sistematizado — a avaliação integrada de aprendizagem e mudança comportamentais mediadas por trilhas de aprendizagem — quanto descrever os resultados observados a partir da intervenção educacional proposta. A abordagem metodológica adotada é quantitativa, permitindo a mensuração objetiva dos níveis de conhecimento e da percepção de mudanças comportamentais dos participantes.

A população do estudo é composta por 142 estudantes de cursos de graduação de nível superior de universidades federais brasileiras. A amostra é não probabilística por conveniência, totalizando 98 participantes, os quais foram objeto de estudo no presente trabalho, distribuídos da seguinte forma: 39 estudantes da Universidade de Brasília (UnB), 33 estudantes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e 26 estudantes da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Todos os participantes estavam regularmente matriculados em cursos de graduação no período da coleta de dados (março de 2024 a agosto de 2025).

Como instrumentos de coleta de dados, foram utilizadas escalas estruturadas e atividades formativas, organizadas de acordo com as especificidades dos trilhos que compuseram a trilha. Inicialmente, foram aplicadas escalas de pré-teste, com o objetivo

¹ O projeto de extensão consistiu em desenvolver materiais para mensurar o nível de conhecimento em cidadania no setor elétrico para estudantes de diversos níveis de instrução, do ensino fundamental à graduação, sendo articulado em parceria com a Universidade Federal do Pará, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade de Brasília e Universidade Federal de Uberlândia. Tendo ocorrido durante o período de março de 2024 até agosto de 2025. Contando com diversas etapas como: Consolidação teórica, ensaios práticos, avaliação de aprendizagem.

de mensurar o nível inicial de conhecimento dos estudantes sobre setor elétrico, transição energética e sustentabilidade, seguidas pelas escalas de pós-teste, aplicadas ao término da trilha, visando identificar possíveis ganhos de aprendizagem decorrentes da intervenção educacional. Destaca-se que os instrumentos utilizados no pré e no pós-teste foram idênticos em sua composição, mantendo as mesmas questões e estrutura, a fim de assegurar a comparabilidade dos resultados. Esses instrumentos foram aplicados, respectivamente, no início e ao final da Trilha de Aprendizagem.

Durante o percurso, foram utilizadas atividades formativas em cada um dos três módulos da trilha aqui estudados, com a finalidade de avaliar a aquisição e a retenção dos conteúdos trabalhados em cada etapa. Essas atividades permitiram o acompanhamento do desempenho dos participantes ao longo do processo de aprendizagem, contribuindo para uma avaliação processual e contínua.

Adicionalmente, após transcorrido um período de aproximadamente 1 mês do término das atividades, foi aplicada uma escala de avaliação de impacto comportamental, cujo objetivo foi verificar a percepção dos estudantes em relação a possíveis mudanças em seus hábitos e comportamentos cotidianos associados aos temas abordados. Esse instrumento buscou captar indícios de transferência da aprendizagem para a vida diária dos participantes, alinhando-se à perspectiva de avaliação de impacto educacional. O quadro a seguir sintetiza os instrumentos utilizados neste estudo:

Tabela 1: Instrumentos do estudo

Instrumento	Finalidade	Momento da coleta
Escalas de Pré e Pós-teste	Mensurar o nível de conhecimento sobre sustentabilidade e transição energética antes e após a intervenção	Início e término da Trilha de Aprendizagem
Atividades Formativas	Avaliar a assimilação e retenção de conteúdos em cada módulo da trilha	Durante o percurso da trilha
Escala de avaliação de impacto	Verificar a percepção dos estudantes quanto a mudanças em seus hábitos e comportamentos cotidianos	Após a conclusão da trilha

Fonte: Autoria Própria

Os dados coletados foram organizados e observados por meio de procedimentos estatísticos descritivos, possibilitando a comparação entre os resultados obtidos nos momentos de pré e pós-teste, bem como a análise das percepções de impacto

comportamental após a conclusão da trilha. Para estes dois objetos de avaliação, foi realizada uma análise censitária, abrangendo os dados da população total de 142 estudantes. Optou-se por esta abordagem agregada devido a natureza anônima dos questionários, que impossibilitou a identificação individual dos respondentes. Entretanto, nos demais elementos da Trilha de Aprendizagem – Trilhos 1, 3 e 4 - foram avaliados apenas os dados dos estudantes que fazem parte da amostra (98) aqui estudada, por se tratarem de alunos que completaram todas as atividades propostas nos trilhos e na Trilha.

Dessa forma, a metodologia adotada permitiu uma visão integrada da aprendizagem e dos possíveis desdobramentos comportamentais decorrentes da intervenção educacional proposta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta sessão serão apresentados, de forma detalhada, os principais resultados obtidos, considerando os objetivos específicos estabelecidos para o estudo.

5.1 Design instrucional da trilha de aprendizagem para cidadania no setor elétrico

A trilha foi moldada por um percurso formativo flexível, caracterizada como um conjunto integrado de objetos de aprendizagem, que são recursos digitais interativos e reutilizáveis, projetados para facilitar o ensino e a aprendizagem, vídeos, textos e podcasts, organizados de modo a possibilitar ao participante autonomia na escolha da ordem, do ritmo e da profundidade de exploração dos conteúdos. Essa configuração buscou atender à diversidade de estilos e tempos de aprendizagem dos estudantes do ensino superior, confirmando o conceito de Carbone (2017), Reisch e Dalmau (2020), que afirmam que as trilhas são um ambiente onde o indivíduo escolhe a melhor opção de aprendizagem para si através do conjunto de objetos de estudo disponíveis a sua volta.

Em sua estrutura, foi utilizada a organização progressiva das etapas de aprendizagem, distribuídas em cinco trilhos temáticos (Figura 1), que consistem em percursos de aprendizagem organizados em torno de uma temática central específica. No presente trabalho, foram analisados apenas os trilhos 1, 3 e 4, que correspondem a “Setor Elétrico”, “Transição Energética” e “Hábitos Sustentáveis” respectivamente. Os trilhos abordam conhecimentos conceituais, análise crítica e aplicação prática, através de exercícios, que foram utilizados para verificar a assimilação dos conteúdos, bem como a aquisição dos novos conhecimentos.

Figura 1: Estrutura da Trilha de Aprendizagem



Fonte: Autoria própria

Figura 2: Design Trilha de Aprendizagem



Fonte: Autoria própria

Figura 3: Design Trilha de Aprendizagem



Fonte: Autoria própria

O **Trilho 1** “O Setor Elétrico: características e atores” teve como finalidade abordar os conceitos de energia elétrica, matriz energética e o funcionamento do setor elétrico brasileiro, assim como identificar seus principais agentes e respectivas atribuições. Esse trilho constituiu a base conceitual necessária para a compreensão dos conteúdos abordados nos demais eixos formativos. O **Trilho 3**, intitulado “Transição Energética”, apresentou o cenário da transição da matriz energética, discutindo os desafios e oportunidades do cenário mundial e brasileiro, considerando aspectos tecnológicos, ambientais, econômicos e sociais. Esse trilho estimulou a análise crítica sobre a ampliação do uso de fontes renováveis e incluiu questões relacionadas à justiça social e à sustentabilidade ambiental. Em seguida, o **Trilho 4**, “Hábitos de Consumo Sustentáveis e Econômicos”, foi orientado à reflexão e à promoção de mudanças nos comportamentos individuais e coletivos relacionados ao consumo de energia elétrica. As atividades propostas nesse eixo buscaram aproximar os conteúdos da realidade cotidiana dos estudantes, incentivando a adoção de práticas mais eficientes, conscientes e responsáveis no consumo de energia e evidenciando seus efeitos que contribuem para um futuro sustentável.

O alinhamento entre objetivos educacionais, conteúdos, estratégias pedagógicas e instrumentos de avaliação possibilitou que o design instrucional contribuísse para o desenvolvimento das seguintes competências: compreensão dos conceitos centrais do setor elétrico, análise crítica da transição energética, adoção de comportamentos mais sustentáveis no consumo de energia e estímulo à cidadania, à participação social e à

tomada de decisões responsáveis, as quais estão em consonância com as argumentações de Ferreira *et al.* (2021), que enfatizam a relevância da abordagem inovadora de trilhas para o desenvolvimento de competências necessárias à integração de conhecimentos, que visa novos questionamentos, novas buscas e cria possibilidades para a transformação.

Cabe ressaltar, que a construção da trilha de aprendizagem: Cidadania no Setor elétrico englobou uma etapa inicial de validação do desenho instrucional proposto, ou seja, ou seja, avaliação da pertinência e adequação dos conteúdos, dos materiais desenvolvidos e disponibilizados, e da plataforma de aprendizagem virtual utilizada. A avaliação do desenho instrucional da trilha foi realizada com uma amostra de alunos do curso de graduação – Gestão de Agronegócios da Universidade de Brasília, campus Darcy Ribeiro. Esta etapa teve como objetivo identificar falhas e lacunas, bem como sugestões de aprimoramento na estrutura da trilha.

A etapa de validação consistiu em dois momentos, primeiro, foi organizado um encontro presencial de forma a apresentar o design da trilha na plataforma digital de aprendizagem e realizar a aplicação do questionário pré-teste – Avaliação de Entrada – com os alunos. Posteriormente, os alunos foram direcionados ao ambiente virtual onde iniciaram o percurso na Trilha de Aprendizagem, acessando os conteúdos disponibilizados em diversos modelos (vídeo, artigos, matérias de jornais, arquivos autorais e podcast) e realizando as atividades propostas em cada trilho temático, ao final deveriam responder o questionário pós-teste – Avaliação de Saída. Por fim, após transcorridos 45 dias da finalização da Trilha, os alunos foram convidados a responder à pesquisa para avaliação de impacto comportamental, assim finalizando o período de validação.

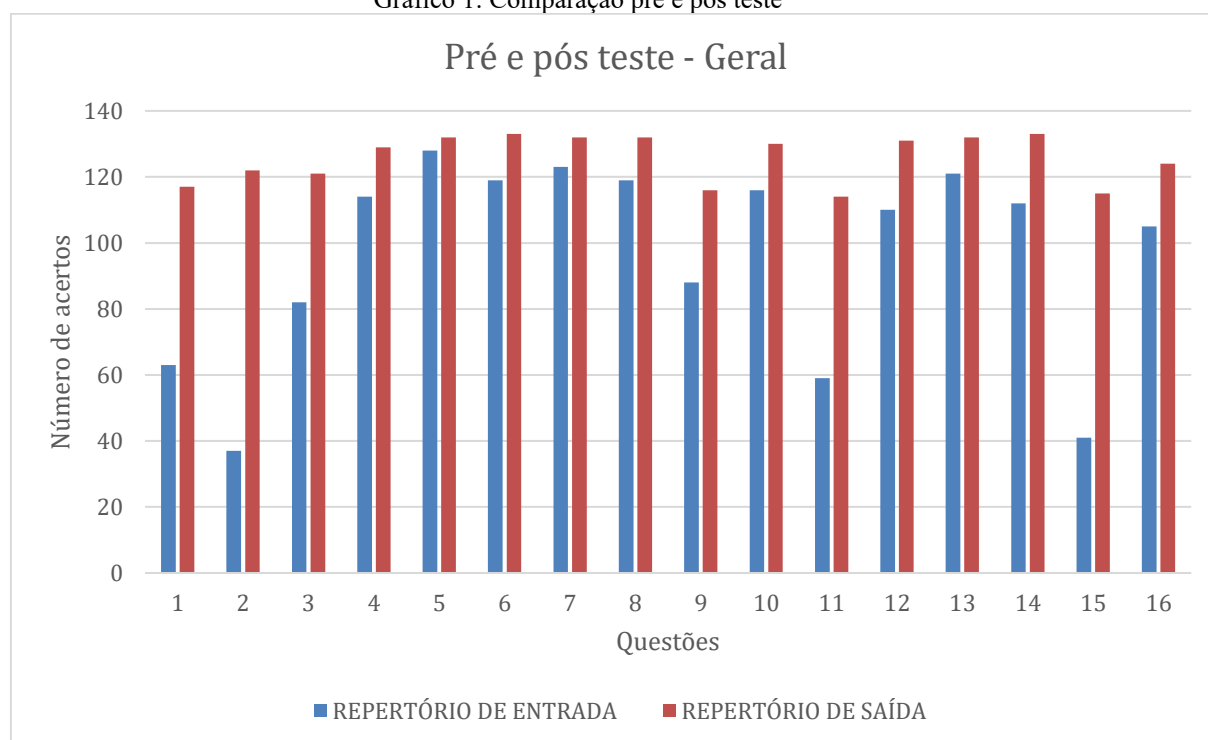
5.2 Comparar o nível de conhecimentos sobre sustentabilidade e transição energética de estudantes de graduação antes e após a conclusão da trilha de aprendizagem

A comparação do nível de conhecimento foi feita através da aplicação dos questionários pré-teste “Avaliação de Entrada”, realizada imediatamente antes do início das atividades, e pós-teste “Avaliação de Saída”, aplicado no fim do percurso da Trilha. A comparação entre os questionários evidenciou um aumento significativo no nível de conhecimentos dos estudantes de graduação acerca dos temas abordados, especialmente aqueles tratados nos Trilhos 1 (Setor Elétrico), 3 (Transição Energética) e 4 (Hábitos de Consumo Sustentáveis e Econômicos).

Os instrumentos de avaliação aplicados antes e após a realização da trilha encontram-se descritos no Anexo A, que apresenta o questionário de entrada e saída utilizado na pesquisa. Considerando a média geral de acertos, que reúne as respostas de todos os participantes (UFU, UnB e UFRGS), observou-se que, no pré-teste, os estudantes apresentaram um desempenho médio de 67,23% de acerto sobre os conteúdos abordados no questionário, enquanto, no pós-teste essa média elevou-se para 86,31% de acertos. Esse incremento representa um ganho aproximado de 19,08 pontos percentuais, indicando avanço expressivo no domínio dos conteúdos após a participação na trilha de aprendizagem. Os dados destacam a importância da interdisciplinaridade que colabora para a capacitação e formação crítica dos estudantes a fim de que se tornem indivíduos capazes de compreender e transformar cenários. (Apolinário, 2019; Ferreira *et al.* 2021)

O gráfico 1 ilustra visualmente esta progressão, destacando a ampliação do nível de conhecimento após a intervenção educacional.

Gráfico 1: Comparação pré e pós teste



A seguir, a Tabela 2 apresenta a média de acertos no pré-teste e pós-teste, organizada a partir dos dados consolidados das três universidades, a qual evidencia de forma comparativa a evolução da média do desempenho dos estudantes.

Tabela 2: Média geral de acertos (%)

MÉDIA DE ACERTO UNIVERSIDADES	
Avaliação de entrada (pré-teste)	67,23%
Avaliação de saída (pós-teste)	86,31%

Fonte: Autoria própria

No que diz respeito às questões 1,3,9,10,13,14 e 15, cujos conteúdos foram abordados no **Trilho 1 - Setor Elétrico**, os resultados do pós-teste indicam melhora substancial na compreensão dos conceitos relacionados ao funcionamento do setor elétrico brasileiro, à matriz energética e ao conceito de energia. Vale destacar que o conhecimento do setor elétrico brasileiro é estratégico para o agronegócio, pois a energia é um insumo essencial em praticamente todas as etapas da produção agropecuária e esse assunto está diretamente relacionado aos pilares da transição energética, assunto abordado no trilho 3, que representa um caminho para um futuro sustentável (Castro; Brandão, 2024).

Esse avanço sugere que lacunas conceituais presentes no momento inicial da avaliação foram significativamente reduzidas ao longo do percurso formativo. Em relação ao conteúdo contemplado no **Trilho 3 – Transição Energética**, merece destaque a questão 12, que foi possível observar um aumento sutil na compreensão sobre o conceito de recursos renováveis. Por fim, no âmbito do **Trilho 4 – Hábitos Sustentáveis**, as questões 4, 5 e 6 refletem, em seus resultados, uma maior assimilação de conceitos relacionados à eficiência energética e ao uso racional da energia elétrica, sugerindo que os conteúdos abordados contribuíram para fortalecer a assimilação dos estudantes acerca da relação entre escolhas cotidianas com práticas sustentáveis de consumo energético. Melo, Cruz e Silva (2025) afirmam que no setor agrícola tais práticas colaboram com o aumento da competitividade, refletindo na eficiência econômica e produtividade do produtor.

De modo geral, os resultados apresentados confirmam que a trilha de aprendizagem foi eficaz na promoção de ganhos cognitivos consistentes nos temas dos trilhos. À luz do modelo de avaliação de Kirkpatrick (2006), esses achados situam-se no nível da aprendizagem (Nível 2), evidenciando que os estudantes ampliaram significativamente seus conhecimentos sobre sustentabilidade, transição energética e consumo consciente de energia elétrica após a conclusão da trilha.

5.3 Analisar os níveis de aprendizagem obtidos pelos estudantes nas atividades propostas nos trilhos: setor elétrico, transição energética e hábitos sustentáveis, identificando os níveis de aprendizagem satisfatórios e pontos de melhoria

A análise das notas obtidas nas atividades propostas nos **Trilhos 1 - Setor elétrico, 3 - Transição energética e 4 - Hábitos sustentáveis** revela níveis de aprendizagem considerados satisfatórios. Para o processo de avaliação foram utilizadas atividades interativas, específicas aos assuntos de cada trilho. Para o trilho 1 foram empregadas 2 atividades de múltipla escolha, nos trilhos 3 e 4 foram aplicadas apenas 1 atividade em cada trilho, ambas de múltipla escolha. Conforme apresentado na Figura 5, as médias gerais apresentam valores elevados, acima de 80%, indicando bom desempenho dos estudantes nos três eixos temáticos.

Figura 5: Quadro Média Geral

MÉDIA GERAL (Trilho 1, 3 e 4)		
UNB	UFU	UFRGS
9,01	9,42	8,77
90%	94,2%	87,7%

Fonte: Autoria própria

Cabe acrescentar que o Trilho 1, relacionado ao setor elétrico, apresentou resultados consistentes, sugerindo adequada compreensão dos conceitos abordados acerca do sistema elétrico brasileiro. Esse resultado dialoga diretamente com a proposta de alfabetização energética, a qual sustenta que a compreensão técnica é condição essencial para o exercício da cidadania energética. Ao dominar esses fundamentos, os estudantes ampliam sua capacidade de análise crítica, alinhando-se à perspectiva da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (Sachs, 2002; UNESCO, 2017). No Trilho de transição energética, observou-se médio desempenho, elucidado devido a maior variabilidade nas notas, o que pode indicar a complexidade do assunto, por se tratar de um tema que envolve múltiplas dimensões, além de apontar oportunidades de aprofundamento didático.

Por fim, o Trilho “hábitos sustentáveis” apresentou os níveis mais elevados de desempenho, evidenciando facilidade de assimilação e maior proximidade dos conteúdos com a realidade cotidiana dos estudantes, o que colabora com o modelo de Kirkpatrick (2006), através da eficácia da aprendizagem (retratada no Nível 2). Entretanto, estes achados sugerem indícios de transição para o Nível 3 – Comportamento, uma vez que o conteúdo apresentou maior assimilação e potencial de aplicação prática pois corresponde a hábitos sustentáveis.

Estes dados podem ser evidenciados através da figura abaixo:

Figura 6: Médias por trilho

MÉDIAS trilho 1		
UNB	UFU	UFRGS
9,53	9,54	9,10
MÉDIAS trilho 3		
UNB	UFU	UFRGS
9,12	7,81	7,35
MÉDIAS trilho 4		
UNB	UFU	UFRGS
9,62	9,69	9,85

Fonte: Autoria própria

Os valores representados acima, na figura, correspondem as médias das notas de cada trilho. Estes dados favorecem o conceito fundamentado por Mezirow (1991) e retomado por Brodowski (2023), os resultados indicam que a internalização dos conteúdos relacionados a hábitos sustentáveis pode ter desencadeado processos iniciais de ressignificação de práticas e valores. A aprendizagem transformadora pressupõe reflexão crítica sobre pressupostos previamente naturalizados, conduzindo a mudanças de perspectiva.

De maneira integrada, os resultados indicam que a trilha cumpriu sua função formativa nos três níveis analisados: (i) consolidação conceitual sobre o setor elétrico, (ii) desenvolvimento de capacidade analítica frente à transição energética e (iii) estímulo à adoção de hábitos sustentáveis. Entretanto, os dados relativos ao Trilho 3 evidenciam oportunidade de aprimoramento pedagógico.

5.4 Avaliar o impacto dos conteúdos abordados nos trilhos para mudanças de hábitos e comportamentos dos estudantes que percorreram a trilha de aprendizagem.

A avaliação do impacto comportamental foi realizada por meio de um questionário, aplicado aproximadamente um mês após a conclusão das atividades na trilha de aprendizagem. Os itens destinados a avaliação de impacto encontram-se detalhados no Anexo B, que compreende as 29 questões do questionário de impacto comportamental. Para mensuração das respostas, foi utilizada uma escala de concordância do tipo Likert de três pontos, composta pelas opções: “Concordo”, “Não concordo nem discordo” e “Discordo”.

As questões de número 5, 15, 16 e 17 foram não foram consideradas na análise, sendo as demais questões focalizadas no presente estudo. Os resultados mostram elevados

níveis de concordância com afirmações relacionadas a economia de energia, a valorização das fontes renováveis e a responsabilidade individual frente aos desafios energéticos. Através do questionário foi possível constatar que os estudantes consentiram com práticas sustentáveis no cotidiano, como apagar luzes ao sair de ambientes, desligar equipamentos quando não estão em uso e incentivar familiares a economizar energia.

A percepção de que os conhecimentos adquiridos influenciaram decisões diárias relacionadas ao consumo energético fornece indícios de que o aprendizado gerou resultados que se propagaram para além do nível cognitivo, incluindo a expressão de novos hábitos e comportamentos por parte dos aprendizes. Esses dados estão consonantes com o modelo de avaliação de treinamento desenvolvido e atualizado por Kirkpatrick (2006), em que a relação entre os níveis de aprendizagem e o impacto é estruturada como uma cadeia de evidências causal e sequencial, em que cada estágio atua como pré-requisito essencial para o sucesso do nível subsequente. O Modelo enfatiza que a simples aquisição e retenção de conteúdo (Nível 2 – Aprendizagem), não garante resultados a médio e longo prazo. A transformação real ocorre apenas quando esse aprendizado é transposto para o Comportamento (Nível 3), manifestando-se como aplicação prática das novas competências no dia a dia dos aprendizes. Como recomendado no modelo, a avaliação do nível 3 – Comportamento deve ser realizada ao longo de semanas ou meses após o fim das atividades do curso, para verificar a efetiva transferência do aprendizado para a prática pessoal e profissional.

Os resultados foram analisados de forma agregada (média geral) e singular, por universidade (UnB, UFU e UFRGS), conforme ilustrado nos gráficos apresentados nesta seção. A Tabela 3 – Indicadores comportamentais: média geral, evidência que, considerando o conjunto das universidades participantes, 61%² das respostas concentram-se na categoria “Concordo”, enquanto aproximadamente 13% situam-se na categoria neutra e 26% na categoria “Discordo”. Esse resultado indica predominância de atitudes e comportamentos favoráveis à sustentabilidade energética entre os estudantes que participaram da trilha de aprendizagem nos diferentes contextos universitários pesquisados.

² Os questionários de pré e pós teste e a avaliação de impacto comportamental foram respondidas por toda a população do estudo (142 estudantes), que de forma anônima o fizeram. Impossibilitando a identificação de cada indivíduo a fim de adequar apenas as respostas dos estudantes da amostra.

Tabela 3: Indicadores pesquisa comportamental - Geral

Comportamental Geral			
Questões/Critérios	Concordo	Nem concordo nem discordo	Discordo
1. Estou disposto a economizar energia?	142	0	0
2. A educação energética deve ser uma parte importante do currículo de todas as escolas.	130	12	0
3. Economizar energia é importante	142	0	0
4. Não temos de nos preocupar com a conservação de energia porque serão desenvolvidos novas tecnologias para resolver os problemas energéticos das gerações futuras	14	5	123
6. Deveríamos aproveitar mais a nossa eletricidade a partir de recursos renováveis não convencionais como a solar fotovoltaica e a eólica, por exemplos	128	11	3
7. O Brasil deveria desenvolver mais formas de utilizar energias renováveis mesmo que o cidadão tivesse que pagar mais por isso.	30	58	54
8. Os brasileiros deveriam economizar mais energia	128	13	1
9. As leis que protegem o ambiente natural deveriam ser menos rigorosas, a fim de permitir a produção de mais energia.	9	23	110
10. Mais hidrelétricas deveriam ser construídas para suprir a demanda de eletricidade, pois os rios são fontes naturais abundantes em nosso país, ainda que gere impactos sociais e ambientais.de mais energia.	18	22	102
11. Devem ser construídos mais parques eólicos para gerar eletricidade, mesmo que os parques estejam localizados em áreas de reserva natural e campos agrícolas.	31	28	83

12. A forma como eu pessoalmente uso a energia não faz realmente diferença nos problemas energéticos que o nosso país enfrenta.	20	24	98
13. Acredito que eu posso contribuir para a resolução de problemas energéticos, fazendo escolhas e ações adequadas relacionadas com a energia.	118	19	5
14. Não preciso me preocupar em desligar as luzes da sala de aula porque a escola paga a conta de luz.	6	3	133
18. O Brasil deveria investir mais em pesquisa, desenvolvimento e inovação para melhor aproveitamento dos recursos naturais renováveis não convencionais, como exemplos a produção de hidrogênio e usinas eólicas marítimas.	125	11	4
19. Deveria haver uma cooperação entre o setor público e privado para financiar projetos de infraestrutura que favoreçam o acesso a energia elétrica sustentável no Brasil.	135	5	2
20. Eu me esforço para economizar energia.	102	31	9
21. Caminho ou ando de bicicleta para percorrer distâncias curtas, em vez de usar o carro ou pedir carona.	79	15	48
22. Quando saio de uma sala, apago as luzes.	123	15	4
23. Desligo o computador quando ele não está sendo usado	101	18	23
24. Os conhecimentos que adquiri no curso influenciaram minhas decisões acerca do consumo de energia elétrica.	119	19	4
25. Minha família diminui o uso de aparelhos de ar-condicionado para economizar energia.	105	23	14

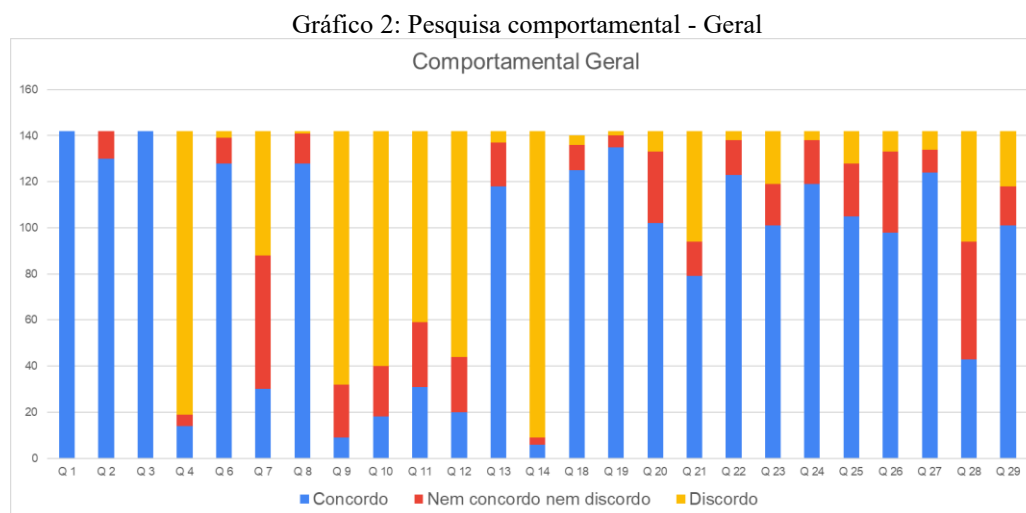
26. Eu incentivo a minha família a economizar energia.	98	35	9
27. Minha família compra lâmpadas fluorescentes ou de LED para economizar energia.	124	10	8
28. Eu compro menos coisas para economizar energia.	43	51	48
29. Eu oriento a minha família a comprar lâmpadas mais econômicas, como as fluorescentes ou de LED.	101	17	24
Total	2171	468	909
Correspondência em %	61%	13%	26%

Fonte: Autoria própria

A elevada proporção de respostas positivas sugere que os conteúdos abordados contribuíram para o fortalecimento de valores relacionados à economia de energia, ao uso consciente dos recursos energéticos e à percepção de responsabilidade individual frente aos desafios energéticos contemporâneos.

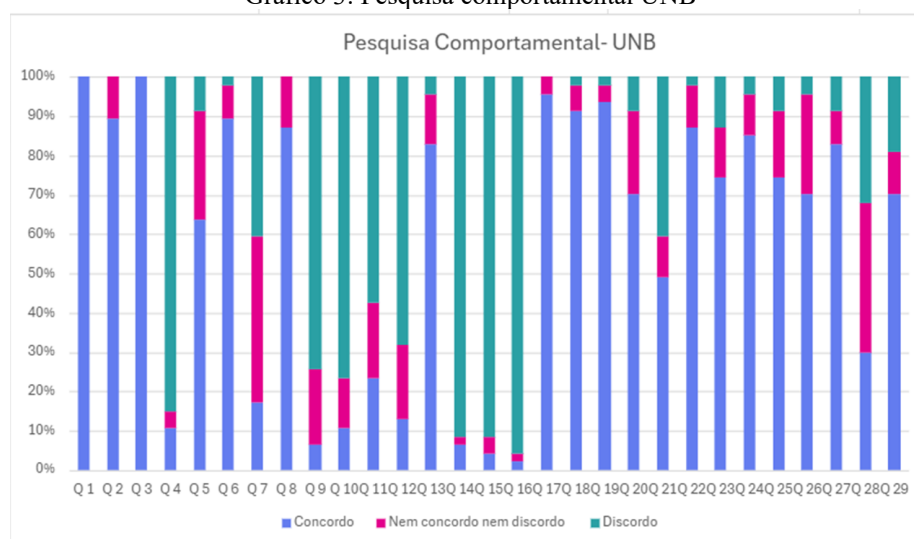
Cabe ressaltar que nas questões 4 e 14, o elevado número de respostas negativas “Discordo” se deve ao fato de que os itens foram redigidos de forma invertida, ou seja, correspondem a hábitos de consumo negativo: “Não temos de nos preocupar com a conservação de energia porque serão desenvolvidas novas tecnologias para resolver os problemas energéticos das gerações futuras” e “Não preciso me preocupar em desligar as luzes da sala de aula porque a escola paga a conta de luz”, respectivamente.

O fato de a coleta ter ocorrido um mês após o término da trilha reforça a indicação de que os efeitos educacionais extrapolaram o momento imediato da intervenção, sinalizando impactos no médio prazo. Conforme mencionado anteriormente, esses achados situam-se no nível do comportamento (Nível 3), evidenciando que houve a conscientização para ações sustentáveis demonstradas através das afirmações em relação aos itens de atividades práticas do cotidiano, tais como desligar equipamentos, apagar luzes e incentivar familiares a economizar energia. Dessa forma, os conhecimentos adquiridos na trilha influenciaram decisões reais de consumo, indicando transferência do aprendizado para além do ambiente educacional, reforçando o potencial da educação energética como instrumento de transformação social, coerente com os pressupostos da aprendizagem transformadora e da educação para a sustentabilidade (Lopes e Lima, 2019, Brodowski, 2023).



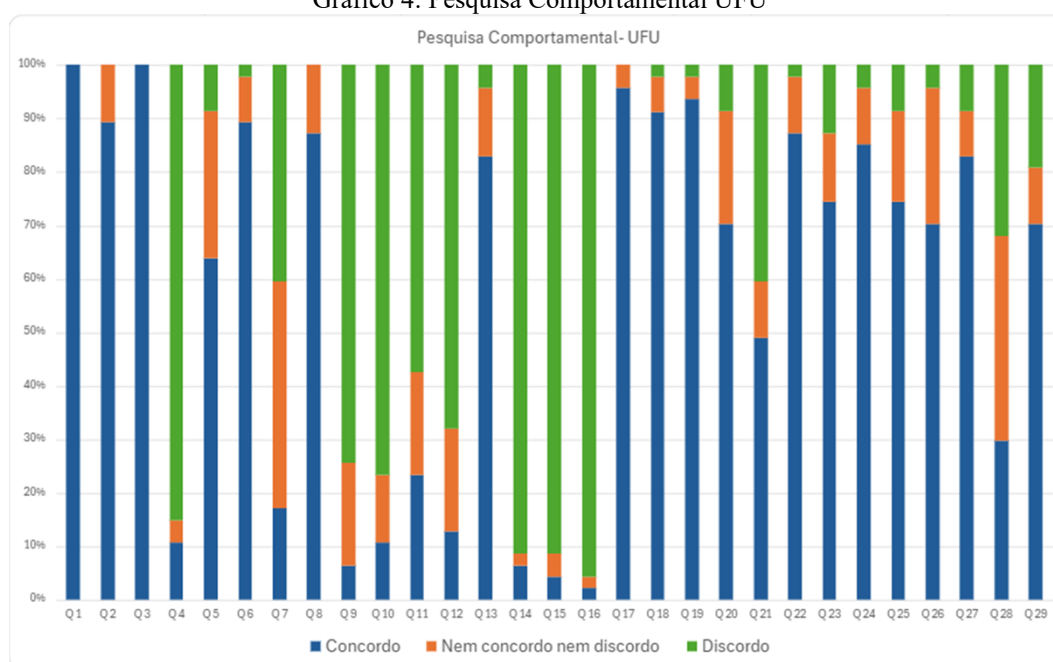
Adicionalmente, na análise por instituição, é possível observar padrões semelhantes entre as universidades participantes, com variações discretas. Na Universidade de Brasília (UnB), conforme apresentado no Gráfico 3, é possível perceber que aproximadamente 60% das respostas correspondem à categoria “Concordo”, confirmando o padrão de aceitação e transferência para novos hábitos, transpondo o campo teórico e adentrando ao lugar das vivências. Por outro lado, apenas 13,6% situam-se na categoria neutra, optando pela alternativa “nem concordo nem discordo” e 25,8% na categoria “Discordo”. Esses resultados indicam predominância de atitudes positivas em relação à economia de energia, à adoção de hábitos sustentáveis e à valorização do papel do indivíduo na transição energética, entretanto pode haver respostas distintas representando a não concordância com certas práticas, esse fenômeno pode estar relacionado a fatores como cultura, hábitos, padrão de vida e mesmo condições físicas que não permitem a prática de tais atos.

Gráfico 3: Pesquisa comportamental UNB



Versando sobre a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), os resultados apresentam um padrão comportamental similar aos constatado na UnB, com 60,6% de concordância, 13,6% de respostas neutras e 25,8% de discordância, conforme ilustrado na Gráfico 4. Esse padrão sugere consistência na percepção e nos comportamentos autorrelatados dos estudantes, independentemente do contexto institucional e da localização geográfica. É interessante destacar que estudantes inseridos em diferentes contextos exibiram resultados semelhantes, o que robustece a pertinência e adequação da estrutura e dos materiais que compõem a trilha, favorecendo um aprendizado significativo, bem como na expressão de novos hábitos. Estas informações estão em concordância com os conceitos os quais foram pautados este presente estudo (Brodowski, 2023; Ferreira, 2021). Através da aprendizagem transformadora é possível que o indivíduo ressignifique seus conhecimentos e hábitos, através do pensamento crítico oferecido por uma teoria sólida, além de estimular a autonomia através da tomada de decisão para atitudes conscientes (Gráfico 4).

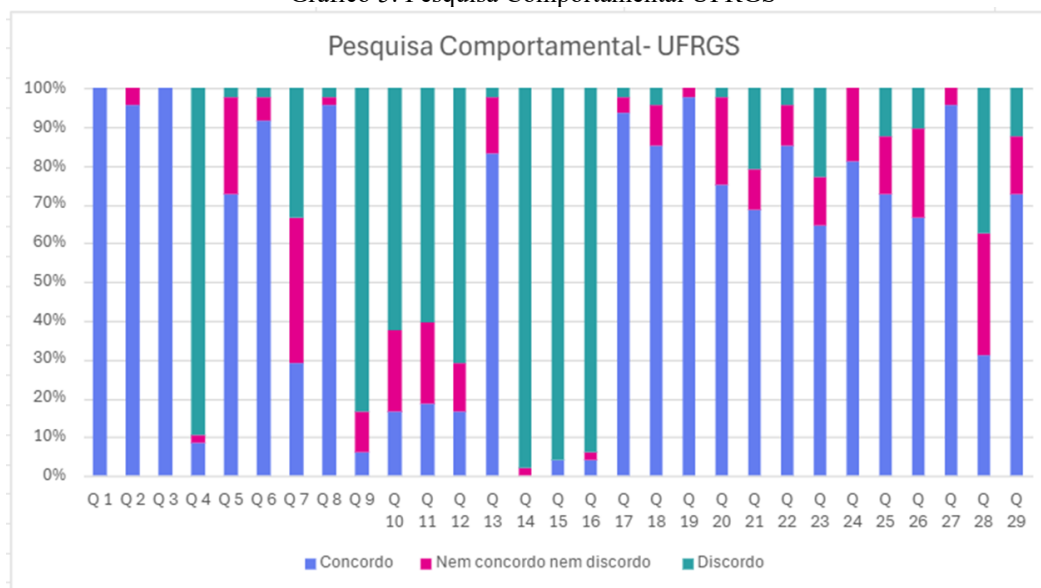
Gráfico 4: Pesquisa Comportamental UFU



Fonte: Autoria própria

Por fim, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), observou-se ligeiramente maior percentual de respostas na categoria “Concordo”, totalizando 62,4%, enquanto as respostas neutras corresponderam a 12,3% e as respostas de discordância a 25,3%, conforme apresentado no Gráfico 5.

Gráfico 5: Pesquisa Comportamental UFRGS



Fonte: Autoria própria

Ainda que as diferenças percentuais não sejam expressivas, o resultado indica tendência relativamente mais favorável à internalização de atitudes e comportamentos sustentáveis entre os estudantes dessa instituição. Esse dado pode ser interpretado à luz do conceito de Educação para o Desenvolvimento Sustentável, na medida em que sugere não apenas assimilação conceitual, mas possível deslocamento atitudinal (Mezirow, 1991, *apud*. Brodowski, 2023).

Em síntese, os resultados apontam para a transição da aprendizagem cognitiva a dimensão comportamental, entretanto na presente pesquisa não foi possível verificar a ocorrência de mudanças de longo prazo (1 a 5 anos), conforme estabelecido no modelo de Kirkpatrick (2006). Estudos futuros podem focalizar o acompanhamento dos estudantes em sua vida pessoal ou profissional por longos períodos com vista a aferição de resultados de longo prazo, o que demanda o desenvolvimento de métodos específicos e adequados para mensurar tais efeitos de forma consistente.

Por outro lado, o percentual de 25,3% de respostas de discordância indica que parte dos estudantes pode ainda não perceber aplicabilidade direta dos conteúdos em suas práticas cotidianas, o que sugere oportunidade de aprimoramento didático. Estratégias como maior inserção de estudos de caso regionais, problematizações interdisciplinares e exemplos concretos vinculados à realidade produtiva e energética poderiam fortalecer a consolidação comportamental da aprendizagem.

Além disso, ao considerar o referencial teórico que articula sustentabilidade, setor elétrico e o agronegócio, é possível inferir que o desenvolvimento de atitudes sustentáveis possui repercussões que extrapolam o contexto individual. Em setores intensivos em

energia, como o agronegócio, indivíduos com maior consciência energética contribuem estrategicamente, inclinando-se para decisões produtivas e ambientalmente responsáveis.

De modo geral, os resultados indicam que a trilha de aprendizagem exerceu impacto positivo nos hábitos e comportamentos dos estudantes, evidenciado pela predominância de respostas de concordância nos itens relacionados à economia de energia, ao consumo consciente e à influência dos conhecimentos adquiridos nas decisões cotidianas. Entretanto, as respostas negativas também evidenciam a importância de continuidade e aprofundamento das ações educativas, para que a aprendizagem avance de uma predisposição atitudinal para mudanças comportamentais efetivas e sustentáveis no longo prazo. Além disso, resultados das três universidades reforça a consistência da proposta pedagógica e sugere que o impacto observado não está restrito a um contexto institucional específico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a relevância do setor elétrico, e a atualidade da transição energética para atividades produtivas, inclusive no agronegócio, os resultados evidenciam a importância da formação cidadã em temas energéticos. O conhecimento sobre matriz energética, fontes renováveis e consumo eficiente é um fator estratégico para setores intensivos em energia, como irrigação, armazenamento e agroindústria. Assim, a aprendizagem obtida nos trilhos analisados pode contribuir para decisões mais sustentáveis que se aplicam no contexto rural e produtivo.

O presente estudo teve como objetivo geral avaliar a eficácia da Trilha de Aprendizagem “Cidadania no Setor Elétrico” na aquisição e retenção de novos conhecimentos, bem como de mudanças de hábitos e comportamentos sustentáveis, no tocante aos estudantes de graduação, a qual foi estruturada no modelo de Trilhas de aprendizagem que, conforme Reisch e Dalmau (2020), consistem em uma metodologia dinâmica, flexível, com múltiplas temáticas e que impulsionam o desenvolvimento de competências e aprendizados para os alunos.

Considerando o agronegócio, o trabalho articula temas atuais que estão relacionados com os meios de trabalho e os diferentes contextos do referido setor. Além de buscar desenvolver o conhecimento de estudantes de ensino superior, profissionais do futuro, acerca de práticas sustentáveis, necessárias a manutenção ecológica dos recursos naturais finitos disponíveis e da transição energética, mudança generalizada a qual o mundo busca se adequar.

O primeiro objetivo buscou descrever o design instrucional da trilha detalhando seus componentes e especificando os períodos em que foram aplicados. O desenho da trilha de aprendizagem está em consonância com os conceitos propostos por Carbone (2017), demonstrando uma estrutura sequencial, uma combinação de diferentes estilos de conteúdos e o foco no desenvolvimento de competências.

O segundo objetivo proposto foi comparar o nível de conhecimentos sobre sustentabilidade e transição energética de estudantes de graduação antes e após a conclusão da trilha de aprendizagem. Sendo assim, concluiu-se que o ganho percentual de aproximadamente 19 pontos de diferença do pré e pós teste reforça a efetividade da intervenção pedagógica. Assim, é possível inferir que a trilha não apenas promoveu retenção de informações, mas favoreceu aprofundamento conceitual.

Já o terceiro objetivo buscou analisar os níveis de aprendizagem obtidos pelos estudantes nas atividades propostas nos trilhos: setor elétrico, transição energética e hábitos sustentáveis, identificando os níveis de aprendizagem satisfatórios e pontos de

melhoria. Em geral, a análise por trilhos demonstrou resultados satisfatórios nos três eixos avaliados.

No **Trilho 1 – Setor Elétrico**, os participantes demonstraram compreensão adequada dos conteúdos abordados como a estrutura e funcionamento do sistema elétrico brasileiro, tendo as universidades mantido as médias de desempenho nas atividades propostas acima de 80%. O **Trilho 3 – Transição Energética** apresentou maior variabilidade nas notas, o que pode ser explicado pela natureza complexa do tema e as especificidades relacionados aos conteúdos abordados. Entretanto, as médias obtidas no referido trilho variaram em torno de 70% a 90% de aproveitamento, entre as universidades. Cabe lembrar que é necessário analisar de forma cuidadosa o motivo relacionado à significativa variabilidade das notas, buscando identificar os pontos de melhoria necessários ao aprendizado efetivo.

O **Trilho 4 – Hábitos Sustentáveis**, apresentou os índices mais elevados de desempenho, indicando maior proximidade dos conteúdos com a realidade cotidiana dos estudantes. Esse resultado dialoga com a perspectiva da aprendizagem transformadora, conforme formulada por Jack Mezirow (1991, *apud*. Brodowski, 2023), na qual a aprendizagem significativa ocorre quando o indivíduo revisa criticamente seus pressupostos e reconstrói seus referenciais de ação, resultando em uma mudança de hábitos e comportamentos, ou seja, a solução efetiva para a busca de um futuro sustentável.

Por fim, o quarto objetivo proposto foi avaliar o impacto dos conteúdos abordados nos trilhos para mudanças de hábitos e comportamentos dos estudantes que percorreram a trilha de aprendizagem. Os dados comportamentais sugerem predisposição à adoção de práticas mais sustentáveis, sinalizando possível propagação do aprendizado de novos conhecimentos do nível cognitivo para o nível atitudinal e comportamental. Como mencionado anteriormente, a mudança comportamental é uma meta estratégica para o desenvolvimento sustentável do agronegócio, pois é o agir humano que guia a tomada de decisões sustentáveis, e é através dessa ação que é possível mudar gerações e culturas enraizadas em pensamentos de exaustão dos recursos naturais e desperdícios.

À luz do modelo de avaliação de Donald Kirkpatrick (2006), os resultados desta pesquisa situam-se predominantemente no Nível 2 – Aprendizagem, o qual é demonstrado pelo avanço mensurável nos conhecimentos, através dos gráficos e notas obtidas pelos participantes em cada trilho e questionário. Contudo, os resultados relativos às atitudes e comportamentos indicam proximidade ao Nível 3 – Comportamento, uma vez que parte significativa dos estudantes demonstrou concordância quanto à intenção de

mudança de hábitos, através do questionário de impacto comportamental. Embora não se possa afirmar a consolidação comportamental de longo prazo, os dados evidenciam potencial formativo relevante.

Em relação as limitações deste estudo é possível afirmar que a avaliação concentrou-se em medidas no nível individual e de curto prazo, não sendo possível aferir a consolidação das mudanças comportamentais a médio e longo prazo, conforme recomendado por Kirkpatrick (2006).

Outra limitação refere-se as características da amostra, que por não estarem pareadas não permitem uma análise da correlação entre a média de aprendizagem nas trilhas e os indicadores comportamentais. Além disso, os dados sociodemográficos dos estudantes não foram levantados o que impossibilitou a realização de análises correlacionais dos resultados a estes indicadores.

Por fim, o eixo da transição energética, por sua complexidade temática, pode demandar maior aprofundamento metodológico, incluindo estratégias interdisciplinares e estudos de caso aplicados à realidade do agronegócio.

Em relação à continuidade da pesquisa, embora o resultado apresentado evidencie a efetividade do modelo de Trilhas de Aprendizagem no ensino à cidadania no Setor elétrico, sugere-se como direcionadores para pesquisas futuras: (i) Realizar estudos longitudinais para verificar a consolidação de mudanças comportamentais no médio e longo prazo, relacionados ao Nível 4 do modelo de Kirkpatrick (2006), do projeto Trilhas de Aprendizagem: Cidadania no Setor Elétrico; (ii) Expandir a aplicação da trilha para outros públicos, incluindo estudantes de cursos técnicos, ensino médio e profissionais do setor energético e do agronegócio; (iii) Desenvolver uma versão da trilha com um trilho abordando assuntos relacionados ao agronegócio, sustentabilidade e práticas sustentáveis no setor.

Tendo em vista os resultados aqui apresentados e discutidos, considera-se que a Trilha de Aprendizagem “Cidadania no Setor Elétrico” demonstrou efetividade na promoção de conhecimentos, desenvolvimento de competências e estímulo à reflexão crítica sobre sustentabilidade e energia. Ancorada nos princípios da Educação para o Desenvolvimento Sustentável e transição energética, do modelo avaliativo de Kirkpatrick (2006), do modelo de trilhas de aprendizagem e no contexto do setor elétrico brasileiro.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe anual 2019**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf. Acesso em: 11 fev. 2026.
- AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **World Energy Outlook: a era da eletricidade**. Iberdrola, 2024. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/transicao-energetica/iea-world-energy-outlook>. Acesso em: 09 jan. 2026.
- APOLINÁRIO, E. **Sustentabilidade e educação**. Revista de Teologia da PUCRS, Porto Alegre, v. 49, n. 2, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/teo/article/view/34376>. Acesso em: 09 jan. 2026.
- AULETE, C. **Dicionário Michaelis da língua portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Delta, 1980. 5 v. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/TRILHA/>. Acesso em: 09 jan. 2026.
- BRODOWSKI, M. S. **The potential of transformative learning for sustainability transitions: moving beyond formal learning environments**. Environment, Development and Sustainability, v. 27, p. 20621–20639, 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-022-02444-x>. Acesso em: 03 jan. 2026.
- CARBONE, P. P. **Trilhas de aprendizagem**. In: SEGUNDO FÓRUM NACIONAL TRILHAS DE APRENDIZAGEM, 2., 2017, Brasília. Anais... Brasília: Inteletto Consultoria, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/programao-do-segundo-forum-nacional-trilhas-de-aprendizagem-verso-detalhada-v13-pdf>. Acesso em: 09 jan. 2026.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2025: relatório síntese**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2025. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-885/topico-767/BEN_S%C3%ADntese_2025_PT.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2050**. Brasília: EPE, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Acesso em: 11 fev. 2026.
- FERREIRA, D. A. et al. **Transição energética: educação e a capacitação de recursos humanos em sustentabilidade energética**. In: SILVA, L. C. P. da et al. (coord.). Campus sustentável: um modelo de inovação em gestão energética para a América Latina e o Caribe. 1. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2021. cap. 12.
- GRECO, V. **Setor elétrico brasileiro atual e para os próximos anos: projeções**. São Paulo: EDP, abr. 2025. Disponível em: <https://solucoes.edp.com.br/blog/setor-eletrico-brasileiro/>. Acesso em: 12 jan. 2026.
- KIRKPATRICK, D. L.; KIRKPATRICK, J. D. **Evaluating training programs: the four levels**. 3. ed. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, 2006.

LOPES, P.; LIMA, G. A. **Estratégias de organização, representação e gestão de trilhas de aprendizagem: uma revisão sistemática de literatura.** *Perspectivas em Ciência da Informação, Minas Gerais*, v. 24, n. 2, p. 165–195, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/9sY8wHY966VgpgqJppyLT5Md/?lang=pt>. Acesso em: 09 jan. 2026.

MELO, J. A.; CRUZ, M. A. S.; SILVA, A. C. **O papel do ESG na transformação sustentável do agronegócio brasileiro.** *RECIMA21*, 2024. Disponível em: <https://recima21.com.br/recima21/article/view/6951>. Acesso em: 11 fev. 2026.

NASCIMENTO, A. S.; ABBAD, G. S. **A avaliabilidade de treinamento nos níveis do indivíduo, da organização e da sociedade: uma análise em uma instituição bancária.**

ONU MULHERES. **Dia Internacional da Mulher 2022: igualdade de gênero hoje para um amanhã sustentável.** 2022. Disponível em: <https://www.onumulheres.org.br/noticias/dia-internacional-da-mulher-2022-igualdade-de-genero-hoje-para-um-amanha-sustentavel/>. Acesso em: 11 fev. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 11 fev. 2026.

O SETOR ELÉTRICO. **Revista O Setor Elétrico**, São Paulo: Atitude Editorial, n. 202, p. 10–14, abr. 2024. Disponível em: https://issuu.com/revistaosetoreletrico/docs/ose_202_finalsite. Acesso em: 25 nov. 2025.

S&P GLOBAL. **What is energy transition?** 24 fev. 2020. Disponível em: <https://www.spglobal.com/en/research-insights/market-insights/what-is-energy-transition>. Acesso em: 09 jan. 2026.

TEODORO, P. N. B.; CARDOSO, A.; RAMOS, D. C. **Combination of the 70-20-10 framework with Kirkpatrick model for building and evaluating training supported by virtual reality.**

UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem.** Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197>. Acesso em: 11 fev. 2026.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). **Transição energética e educação.** Campinas: CPTEn, 2024. Disponível em: <https://cpten.unicamp.br/wp-content/uploads/2024/11/Cartilha-CPTEn-Transicao-Energetica-e-Educacao.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2026.

VISHNOI, S.; GOEL, R. K. **Climate-smart agriculture for sustainable productivity and healthy landscapes.** *Agricultural Systems*, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901123002496>. Acesso em: 11 fev. 2026.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV). **Agronegócio responde por 29% da energia renovável no Brasil, aponta estudo da FGV.** Disponível em: <https://portal.fgv.br/noticias/agronegocio-responde-por-29-da-energia-renovavel-no-brasil-aponta-estudo-da-fgv>. Acesso em: 11 fev. 2026.

APÊNDICE

ANEXO A – Questionário pré e pós teste

1. Sabemos que a geração de energia elétrica pode ocorrer por meio de diversas fontes. Assinale a alternativa que corresponde aos componentes que constituem uma central hidrelétrica.

a) Barragem, formadora do reservatório de captação e armazenamento, tomada d'água para as turbinas hidráulicas, vertedouro e sua bacia de tratamento, casa de máquinas e canal de fuga.

b) Turbinas aquáticas, barragem, formadora do reservatório de captação e armazenamento, tomada d'água para as turbinas hidráulicas, vertedouro e sua bacia de dissipação, casa de máquinas e canal de fuga.

c) Barragem, turbinas eólicas, formadora do reservatório de captação e armazenamento, tomada d'água para as turbinas hidráulicas, vertedouro e sua bacia de dissipação, casa de máquinas e canal de fuga.

d) Barragem, formadora do reservatório de captação e armazenamento, tomada d'água para as turbinas hidráulicas, vertedouro e sua bacia de dissipação, casa de máquinas e canal de fuga.

2. No setor elétrico brasileiro, algumas instituições estão responsáveis pela formulação e implementação de políticas públicas, outras realizam estudos, bem como cuidam da regulamentação, fiscalização, geração, distribuição e comercialização de energia elétrica. Nesse sentido, responda qual alternativa corresponde a uma das atribuições da ANEEL.

a) Realizar a manutenção das redes de distribuição de energia para que não haja apagão.

b) Estabelecer tarifas.

c) Formular políticas públicas para o setor elétrico.

d) Enviar avisos de cobrança aos consumidores.

3. A fonte original de energia para quase todos os seres vivos é:

a) O tamanho do aparelho (t) multiplicado pela sua potência (p).

b) A potência do aparelho multiplicada pelos quilowatts e pela voltagem da rede.

c) A potência nominal do aparelho (watts ou quilowatts) multiplicada pelo tempo de uso.

d) A carga de energia menos a potência do aparelho.

4. A quantidade de energia consumida por um aparelho elétrico é igual a:

- a) Água
- b) Força
- c) Sol
- d) Sangue

5. O que pode ser feito em casa para economizar energia elétrica?

- a) Desligar os aparelhos quando não estiverem em uso.
- b) Deixar a TV ligada o dia todo para evitar picos de consumo.
- c) Tomar banhos quentes e longos sempre que possível.
- d) Usar o ferro de passar diariamente para evitar que fique muito tempo ligado.

6. Qual das alternativas a seguir é a opção de lâmpada mais econômica?

- a) Incandescente
- b) LED
- c) Pequena
- d) Fluorescente

7. O consumidor de energia elétrica tem direitos e deveres garantidos. Acerca desses direitos, assinale a alternativa VERDADEIRA.

a) É direito do consumidor de energia elétrica instalar energia em sua residência direto do poste e sem o uso de um medidor individual.

b) É direito do consumidor de energia elétrica ter seus débitos de energia elétrica anistiados caso a sua conta atrase por 8 meses consecutivos por razões de desemprego.

c) É direito do consumidor utilizar a energia elétrica da forma que preferir, não se incomodando com desperdícios e com a eficiência energética, afinal é ele quem paga a conta.

d) É direito do consumidor de energia elétrica ser ressarcido por danos causados por falhas ou interrupções no fornecimento de energia elétrica, conforme determinado pela regulamentação.

8. Marque a alternativa cuja afirmação é verdadeira a respeito da participação feminina no setor elétrico.

a) Devido a restrições legais que visam a segurança no trabalho, não existem mulheres atuando no setor elétrico brasileiro, pois se trata de funções de alta periculosidade.

b) As mulheres são mais da metade da população mundial, mas o viés de gênero tem sido uma das principais barreiras para a participação feminina no setor elétrico, além de aspectos como a formação técnica, por exemplo.

c) As mulheres são mais da metade da população mundial e possuem as mesmas oportunidades que os homens de assumir cargos mais altos de liderança e na operação do setor elétrico.

d) As mulheres sempre foram muito encorajadas a estudar e se capacitar para ocupar cargos de liderança ou exercer profissões nas áreas de engenharia, ciências e matemática, e por isso são a maioria no setor elétrico.

9. A respeito da energia, indique qual das seguintes afirmações é FALSA:

a) A energia solar fotovoltaica é bastante utilizada em sistemas de bombeamento de água e irrigação, por exemplo, porém tem um alto custo de instalação.

b) A energia elétrica é considerada “energia nobre” porque o nível de perda no processo de conversão dela em outras formas de energia é muito baixo.

c) O Sol é uma fonte de energia.

d) A recente redução da participação de fontes hidráulicas na matriz energética brasileira é decorrente da grande escassez de água no país e das condições extremamente favoráveis para uso da fonte nuclear.

10. Marque a alternativa correta. A quantidade de energia elétrica ou eletricidade que utilizamos é medida em unidades chamadas:

a) Volts

b) Graus

c) What

d) Quilowatt-hora

11. Diversas organizações compõem uma estrutura institucional ampla e complexa que age conjuntamente para que o setor elétrico funcione adequadamente. No que se refere às distribuidoras de energia elétrica, indique a alternativa que representa algumas de suas atribuições:

a) Distribuir energia elétrica para as unidades consumidoras, estabelecer tarifas e regular o setor elétrico.

b) Rebaixar a tensão elétrica para 110 volts ou 220 volts e distribuir para as unidades consumidoras de baixa tensão como as residências e comércios.

c) Zelar pela distribuição adequada e ininterrupta de energia elétrica para as unidades consumidoras e elaborar políticas públicas para o setor.

d) Fiscalizar, diretamente ou mediante convênios com órgãos estaduais, as concessões, as permissões e os serviços de energia elétrica e distribuir energia.

12. A expressão “recursos energéticos renováveis” significa:

- a) Recursos elétricos que podem ser repostos pelo homem rapidamente.
- b) Recursos que podem ser repostos pela natureza em pouco tempo.
- c) Recursos naturais facilmente repostos pela natureza, como o carvão.
- d) Produtos eletrônicos produzidos pelo homem de maneira sustentável.

13. A maior parte da eletricidade produzida no Brasil vem:

- a) Da água
- b) Dos ventos
- c) Do sol
- d) Do petróleo

14. Energia é definida como:

- e) A quantidade de watt que um aparelho consome.
- f) O encontro de duas forças.
- g) A capacidade de transformar água em energia hidráulica.
- h) A capacidade de realizar trabalho.

15. Diferentemente das fontes de energia, que são os elementos utilizados para gerar energia, as formas são aquelas que se transformam umas nas outras. Todos os itens a seguir são formas de energia, exceto:

- i) Elétrica
- j) Química
- k) Eólica
- l) Térmica

16. Sabemos que várias organizações compõem uma estrutura institucional ampla e complexa que age conjuntamente para que o setor elétrico funcione adequadamente. Qual das instituições a seguir é responsável pela regulação do setor elétrico brasileiro?

- m) Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).
- n) Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).
- o) Ministério de Minas e Energia (MME).
- p) Agência Nacional Reguladora de Energia Elétrica (ANEEL).

ANEXO B – Pesquisa Comportamental

1. Estou disposto a economizar energia?
2. A educação energética deve ser uma parte importante do currículo de todas as escolas.
3. Economizar energia é importante
4. Não temos de nos preocupar com a conservação de energia porque serão desenvolvidos novas tecnologias para resolver os problemas energéticos das gerações futuras
5. Na minha opinião, todos os aparelhos elétricos deveriam ter uma etiqueta que mostre os recursos utilizados na sua produção, as suas necessidades energéticas e os custos operacionais.
6. Deveríamos aproveitar mais a nossa eletricidade a partir de recursos renováveis não convencionais como a solar fotovoltaica e a eólica, por exemplos
7. O Brasil deveria desenvolver mais formas de utilizar energias renováveis mesmo que o cidadão tivesse que pagar mais por isso.
8. Os brasileiros deveriam economizar mais energia
9. As leis que protegem o ambiente natural deveriam ser menos rigorosas, a fim de permitir a produção de mais energia.
10. Mais hidrelétricas deveriam ser construídas para suprir a demanda de eletricidade, pois os rios são fontes naturais abundantes em nosso país, ainda que gere impactos sociais e ambientais.de mais energia.
11. Devem ser construídos mais parques eólicos para gerar eletricidade, mesmo que os parques estejam localizados em áreas de reserva natural e campos agrícolas.
12. A forma como eu pessoalmente uso a energia não faz realmente diferença nos problemas energéticos que o nosso país enfrenta.
13. Acredito que eu posso contribuir para a resolução de problemas energéticos, fazendo escolhas e ações adequadas relacionadas com a energia.
14. Não preciso me preocupar em desligar as luzes da sala de aula porque a escola paga a conta de luz.
15. A participação feminina no mercado de energia elétrica deveria ser desencorajada, pois o setor elétrico apresenta alto grau de periculosidade.
16. Meninas e mulheres só não têm maior participação em cargos de liderança no setor elétrico brasileiro porque não se esforçam o suficiente.
17. Deveria haver maior incentivo para a participação feminina no setor elétrico brasileiro, pois as mulheres agregam valor, qualidade e criatividade ao trabalho.

18. O Brasil deveria investir mais em pesquisa, desenvolvimento e inovação para melhor aproveitamento dos recursos naturais renováveis não convencionais, como exemplos a produção de hidrogênio e usinas eólicas marítimas.

19. Deveria haver uma cooperação entre o setor público e privado para financiar projetos de infraestrutura que favoreçam o acesso a energia elétrica sustentável no Brasil.

20. Eu me esforço para economizar energia.

21. Caminho ou ando de bicicleta para percorrer distâncias curtas, em vez de usar o carro ou pedir carona.

22. Quando saio de uma sala, apago as luzes.

23. Desligo o computador quando ele não está sendo usado

24. Os conhecimentos que adquiri no curso influenciaram minhas decisões acerca do consumo de energia elétrica.

25. Minha família diminui o uso de aparelhos de ar-condicionado para economizar energia.

26. Eu incentivo a minha família a economizar energia.

27. Minha família compra lâmpadas fluorescentes ou de LED para economizar energia.

28. Eu compro menos coisas para economizar energia.

29. Eu oriento a minha família a comprar lâmpadas mais econômicas, como as fluorescentes ou de LED.