



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE

Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional para

Ensino das Ciências Ambientais



WENNDISSON DA SILVA SOUZA

**INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA FORMAÇÃO DE
PROFISSIONAIS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: PROMOVENDO A
SUSTENTABILIDADE E PRÁTICAS DE TI VERDE**

Manaus-AM

2024

WENNDISSON DA SILVA SOUZA

**INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA FORMAÇÃO DE
PROFISSIONAIS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: PROMOVENDO A
SUSTENTABILIDADE E PRÁTICAS DE TI VERDE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Rede para Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB) da Universidade Federal do Amazonas como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Orientadora: Profª. Dra. Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro Simão

Coorientadora: Profª. Dra. Deolinda Lucianne Ferreira Garcia

Linha de Atuação: Recursos naturais e tecnologia

Projeto Estruturante: Tecnologias e mídia na Educação

Manaus-AM

2024

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S729i Souza, Wenndisson da Silva
Integração das ciências ambientais na formação de profissionais de tecnologia da informação: promovendo a sustentabilidade e práticas de TI verde / Wenndisson da Silva Souza . 2024
83 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro Simão
Coorientadora: Deolinda Lucianne Ferreira Garcia
Dissertação (Mestrado em Rede Nacional para Ensino de Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Sustentabilidade. 2. TI-Tecnologia da Informação Verde. 3. Formação. 4. Ciências ambientais. 5. Tecnologia da informação. I. Simão, Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, cujo apoio foi fundamental para a realização desta conquista. Aos meus pais, Vanderlei e Dora, que me ensinaram o valor dos estudos e da persistência. Ao meu irmão, Wandergleison, por seu apoio moral, acreditando em mim. À minha companheira, Skárllat, pelo incentivo constante, pois sem ela eu não teria nem ousado iniciar este mestrado, me motivando continuar nos momentos mais difíceis.

Ao meu filho, Cael, que me inspira a ser um pai melhor a cada dia.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao Instituto Federal do Amazonas (IFAM) pela oportunidade de cursar o Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB). Em particular, agradeço ao IFAM *campus* Itacoatiara pela infraestrutura, especialmente, à Diretora e Professora Francinete Soares Martins pelo apoio contínuo e incondicional ao longo da minha trajetória acadêmica e profissional. E adicionalmente, ao Diretor do IFAM *campus* Manaus Distrito Industrial, na pessoa do Professor Nivaldo Rodrigues e Silva, pelo apoio na realização da pesquisa.

Estendo minha estima à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pela oferta do PROFCIAMB, um programa que enriqueceu meu conhecimento e proporcionou uma visão ampliada sobre a importância das questões ambientais.

Agradeço as professoras, Dra. Kátia Viana Cavalcante e Dra. Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro Simão, pela confiança, liberdade e excelente relacionamento interpessoal durante todo o processo.

Aos demais docentes da rede PROFCIAMB na Universidade Federal do Amazonas pelo valioso conhecimento compartilhado. E aos meus colegas discentes, que trilharam esta jornada ao meu lado, cuja troca de saberes me tornou uma pessoa melhor.

Por fim, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) pelo fomento à pesquisa brasileira.

RESUMO

A formação de profissionais de Tecnologia da Informação (TI) requer uma abordagem crítica e contextualizada, especialmente ao considerar a integração das Ciências Ambientais. Esta pesquisa investigou como a sustentabilidade e a prática da TI Verde podem ser incorporadas à educação em TI, promovendo práticas sustentáveis e a conscientização sobre os impactos ambientais das atividades de TI. O estudo adotou uma metodologia que incluiu uma revisão da literatura, oficinas de desenvolvimento de produtos educacionais e validação de um curso específico. Utilizou-se uma combinação de análise de conteúdo, estatística descritiva e técnicas de coleta de dados, como questionários e grupos focais. O desenvolvimento do curso foi realizado na plataforma *Moodle*, estruturado como Recurso Educacional Aberto (REA). A validação foi feita pelo *feedback* dos participantes, seguido por ajustes para melhorar a usabilidade e a eficácia educacional. Foram identificadas categorias relacionadas a problemas ambientais causados pela TI e formas de contribuir para a conservação ambiental. Os resultados sublinharam a importância das práticas de TI Verde no contexto da sustentabilidade, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente os ODS 7, 9 e 12. A formação complementar em TI deve incluir a conscientização sobre o consumo de energia, reciclagem de resíduos eletrônicos e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. Além das soluções práticas, a pesquisa propôs uma reflexão crítica sobre a adoção de práticas sustentáveis na área de TI, conectando-se com a instituição de Escolas Sustentáveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade; TI Verde; Formação; Ciências Ambientais; Tecnologia da Informação

ABSTRACT

The training of Information Technology (IT) professionals requires a critical and contextualized approach, especially when considering the integration of Environmental Sciences. This research investigated how sustainability and Green IT practices can be incorporated into IT education, promoting sustainable practices and raising awareness about the environmental impacts of IT activities. The study adopted a methodology that included a literature review, workshops for developing educational products, and the validation of a specific course. A combination of content analysis, descriptive statistics, and data collection techniques such as questionnaires and focus groups were used. The course was developed on the Moodle platform, structured as an Open Educational Resource (OER). Validation was carried out based on participant feedback, followed by adjustments to enhance usability and educational effectiveness. Categories related to environmental problems caused by IT and ways to contribute to environmental conservation were identified. The results underscored the importance of Green IT practices in the context of sustainability, aligning with the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDGs 7, 9, and 12. Complementary IT training should include awareness of energy consumption, electronic waste recycling, and the development of sustainable technologies. In addition to practical solutions, the research proposed a critical reflection on the adoption of sustainable practices in the IT field, connecting with the establishment of Sustainable Schools.

Keywords: Sustainability; Green IT; Training; Environmental Sciences; Information Technology

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM: Amazonas

ANA: Agência Nacional de Águas

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP: Comitê de Ética em Pesquisa

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFAM: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PDA: Projeto de Desenvolvimento Ambiental

PDI: Plano de Desenvolvimento Institucional

PPC: Projeto Pedagógico de Curso

PROFCIAMB: Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais

TALE: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TIC: Tecnologias de Informação e Comunicação

TI: Tecnologia da Informação

UFAM: Universidade Federal do Amazonas

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de criação e aprimoramento do produto educacional	22
Figura 2 - Mensagem de Boas-Vindas e Instruções Iniciais de Uso	39
Figura 3 - Título da unidade com <i>banner</i> e texto introdutório	39
Figura 4 - Tópicos de estudo em componentes <i>Bootstrap Card</i> com recurso <i>Collapse</i>	40
Figura 5 - Fórum para compartilhamento de conhecimento crítico	40
Figura 6 - Voz sintetizada para acessibilidade e sessão de Conteúdo Extra.	40
Figura 7 - Distribuição das Respostas por Pergunta.....	41
Figura 8 - Média das respostas advindas do instrumento de coleta inicial.....	43
Figura 9 – Aspectos mais Eficazes do Produto Educacional.....	61
Figura 10 – Elementos Visuais Atraentes do Produto Educacional	61
Figura 11 – Recursos Mais Utilizados do Produto Educacional	62
Figura 12 – Sugestões de Melhoria para o Produto Educacional	63
Figura 13 – Pontos Fortes do Conteúdo Educacional	64
Figura 14 – Desafios Encontrados ao Utilizar o Produto Educacional	65
Figura 15 – Aspectos Mais Importantes do Design do Produto Educacional	65
Figura 16 – Trabalhos Futuros Sugeridos	66
Figura 17 – Avaliação da experiência de aprendizado	66
Figura 18 – Recomendação do produto educacional para outras pessoas	67
Figura 19 – Visão geral do <i>layout</i> melhorado de um módulo	69
Figura 20 - Mensagem de Boas-Vindas e Instruções Iniciais de Uso	70
Figura 21 - <i>Banner</i> no topo dos módulos	70
Figura 22 - Título da unidade com imagem, texto introdutório e tópicos de estudo.....	70
Figura 23 - Voz sintetizada para acessibilidade e Fórum.....	71
Figura 24 - Sessão de conteúdo extra melhorado	71
Figura 25 - Complemento VLibras já instalado na plataforma	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Instrumento de coleta inicial usando escala de Likert.....	26
Quadro 2 – Instrumento de coleta em grupo focal	28
Quadro 3 – Questionário para validação e ajustes do produto educacional	29
Quadro 4 – Categorias identificadas nas respostas das perguntas 1 e 2	44
Quadro 5 – Categorias identificadas nas respostas da pergunta 3	47
Quadro 6 – Categorias identificadas nas respostas da pergunta 4	50
Quadro 7 – Categorias identificadas nas respostas das perguntas 5 e 6	53
Quadro 8 – Categorias identificadas nas respostas da pergunta 7	55
Quadro 9 – Categorias identificadas nas respostas da pergunta 8	57
Quadro 10 – Comentários da experiência de uso do produto educacional durante validação.	68
Quadro 11 – Código-fonte para incorporação do complemento VLibras no <i>Moodle</i>	72

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO E DEMANDA DO PRODUTO.....	12
1.1 Formação para cidadania	14
1.2 TI Verde	16
1.3 Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos	18
2. PERCURSO METODOLÓGICO	21
2.1 Local de estudo	21
2.2 Participantes da pesquisa	21
2.2.1 Critérios de inclusão.....	22
2.2.2 Critérios de exclusão	22
2.3 Revisão da literatura	23
2.4 Processo de Seleção de Materiais	23
2.5 Oficina para Aprimoramento do Produto Educacional.....	25
2.5.1 Conhecimento prévio	26
2.5.2 Utilizando a plataforma	27
2.6 Validação	28
2.7 Análise dos dados	30
2.7.1 Escala de Likert.....	30
2.7.2 Análise de conteúdo	30
2.7.3 Estatística descritiva.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1. Prototipação do produto educacional.....	32
4.1.1 A escolha da plataforma <i>Moodle</i>	32
4.1.2 O curso como REA	33
4.1.3 Caracterização da formação	35
4.1.4 Roteiro para construção da trilha de formação	35
4.1.5 Descrição da estrutura dos módulos de ensino	37
4.1.6 O Protótipo - Versão Inicial	39
4.2 Oficina de Aprimoramento do Produto Educacional.....	41
4.2.1 Conhecimento prévio	41
4.2.2 Utilizando a plataforma.....	44
4.3 Validação	60
4.4 Ajustes e melhorias	68
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
-------------------------------------	----

1. CONTEXTUALIZAÇÃO E DEMANDA DO PRODUTO

Ao pesquisar sobre a formação de profissionais de Tecnologia da Informação (TI), Bona et al. (2023) trazem a importância fundamental dos cursos complementares para reduzir a lacuna entre a formação acadêmica e as exigências da indústria, esta formação refere-se a cursos, treinamentos adicionais que os indivíduos realizam para aprimorar suas habilidades, conhecimentos e competências em uma área específica (Fleury; Fleury, 2001), além da formação acadêmica tradicional, onde esses cursos são projetados para complementar a educação escolar e podem abranger tópicos mais especializados, práticos ou atualizados que não são totalmente cobertos nos currículos das instituições de ensino.

Na área de Tecnologia da Informação, por exemplo, a formação complementar pode incluir cursos sobre novas tecnologias como *machine learning*, metodologias de desenvolvimento de *software*, certificações de áreas de TI como a ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*), CISSP (*Certified Information Systems Security Professional*), Oracle OCP (*Certified Professional Advanced*) PL/SQL, MCSD (*Microsoft Certified Solutions Developer*), CCIE (*Cisco Certified Internetwork Expert*) entre outros programas que visam preencher lacunas de conhecimento, desenvolver habilidades específicas demandadas pelo mundo de trabalho ou manter os profissionais atualizados.

Diante desse contexto esta pesquisa contempla uma lacuna no ensino, com a abordagem da sustentabilidade no contexto da Tecnologia da Informação, também apresentada como “TI Verde”. Este tema possui relevância intelectual e prática, e como apontado por Ereik et al. (2011), TI Verde é "a aplicação sistemática de práticas que permitem a minimização do impacto ambiental da TI, maximizando a eficiência e permitem reduções de emissões em toda a empresa com base em inovações tecnológicas", ou ainda, pode ser considerada "a prática de maximizar o uso eficiente de recursos de computação para minimizar o impacto ambiental" e ainda fica evidente que a TI Verde é uma fase de um processo sistêmico e estratégico para a sociedade: a sustentabilidade.

Este tema possui conexões significativas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, Agenda 2030. Dentre eles destacam-se o ODS 7 - Energia Limpa e Acessível, uma vez que um dos principais objetivos da TI Verde é a redução do consumo de energia em *data centers* e dispositivos eletrônicos. *Data centers* são conhecidos por seu alto consumo de energia, a implementação de práticas sustentáveis pode resultar em economia significativa de energia onde, segundo Dayarathna, Wen e Fan (2016), a modelagem

do consumo de energia em *data centers* é um ponto importante dada a crescente demanda por esses serviços e a necessidade de práticas mais sustentáveis.

Temos o ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura que incentiva a inovação tecnológica para a sustentabilidade, promovendo o desenvolvimento de novas tecnologias e soluções que podem reduzir o impacto ambiental das operações de TI. Isso pode incluir o desenvolvimento de novos métodos de refrigeração para *data centers*, a criação de dispositivos eletrônicos mais eficientes em termos de consumo energético, ou a inovação em métodos de reciclagem dos lixos eletrônicos (*e-lixo* ou *e-waste*).

E ainda, o ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis. Práticas de TI Verde que incentiva a redução do consumo de recursos, promovendo a eficiência energética e a minimização do uso de materiais na produção de dispositivos eletrônicos, além disso, também promove a reciclagem adequada de dispositivos eletrônicos, contribuindo para a redução do lixo eletrônico (*e-waste*).

Neste contexto, fica claro a importância deste trabalho em apresentar soluções práticas para mitigar os impactos ambientais causados pelas atividades comuns na área de Tecnologia da Informação, que incluem o uso de equipamentos eletrônicos, o consumo de energia elétrica, a geração de resíduos eletrônicos, entre outros. Seus resultados e produto didático contribuirão na formação de profissionais da área de TI aptos para entender as questões ambientais relacionadas direta e indiretamente com a sua área de atuação, que antes poderiam estar sendo ignoradas por desconhecimento e diversificar a visão que esses profissionais possuem do campo das ciências ambientais pois “a atenção tem se concentrado nos problemas de conservação dos recursos naturais, na preservação da biodiversidade e na solução dos problemas da contaminação do ambiente” (Leff, 2011, p. 310).

Diante do exposto, as questões que nortearam o entendimento da problemática que a pesquisa responde são: Qual a visão dos estudantes sobre as ciências ambientais e sua relação com a sustentabilidade na TI? Como introduzir as ciências ambientais no contexto da sustentabilidade na TI? Quais práticas de sustentabilidade em TI podem ser aplicadas nesse contexto educacional? Como um produto educacional pode auxiliar na promoção das ciências ambientais integrada a sustentabilidade na tecnologia?

Além das soluções práticas, o estudo propõe a reflexão crítica sobre a importância da adoção de práticas sustentáveis na área da TI alinhando-se com a instituição de Escolas Sustentáveis (Tajber; Sato, 2010). Isso significa que, além de propor ações para reduzir os impactos ambientais das atividades de TI, ao promover o curso (produto didático) desenvolverá

estratégias de sensibilização dos profissionais de TI em formação sobre a necessidade de mudar seus comportamentos e hábitos, de forma a contribuir para a sustentabilidade ambiental.

O trabalho teve como objetivo elaborar práticas e estratégias que integrassem as Ciências Ambientais à Tecnologia da Informação, promovendo a sustentabilidade por meio de um curso autoinstrucional em Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), voltado a estudantes e profissionais de TI. Para alcançar esse objetivo, investigaram-se as percepções desses profissionais sobre sustentabilidade e seu impacto no setor de TI, além de terem sido propostas práticas e estratégias de TI Verde, integrando a sustentabilidade ao cotidiano, com foco em eficiência energética e descarte adequado de resíduos eletrônicos. O curso foi desenvolvido e validado, capacitando os profissionais de TI a adotarem práticas sustentáveis em suas atividades diárias.

1.1 Formação para cidadania

A escola é uma das principais instituições responsáveis pela formação do ser humano, não apenas em termos de conhecimento e habilidades, mas também na constituição de valores e atitudes na formação do cidadão. E de acordo com Medeiro (2006, p. 569), a formação para cidadania depende da contribuição da escola em três aspectos: crítica histórica da sociedade, reflexão crítica da condição de sujeito na sociedade e ação social como momento de concretização da crítica histórica e da reflexão crítica. Ou seja, é necessário que as escolas ofereçam aos alunos a oportunidade de analisar criticamente a história da sociedade, refletir sobre o seu papel e praticar ações sociais que possam transformar essa realidade. Ainda para o autor (p. 570) o papel da escola não se resume a apenas fornecer informações, mas sim formar os indivíduos, desenvolvendo suas capacidades políticas, cognitivas e humanas, para que possam retornar à sociedade munidos de crítica histórica, reflexão crítica e ação social. Ainda critica a ideia de que a educação deva ser utilizada como solução definitiva para problemas sociais profundos. Assim é essencial desmistificar as concepções equivocadas de que a escola está limitada a garantia da cidadania e a inserção no mercado de trabalho. Por consequência, é necessário repensar os parâmetros de qualificação diante das novas demandas da própria sociedade.

Lima e Rovai (2022, p. 25) abordam a importância de uma escola aberta e complexa, que esteja sintonizada com a configuração complexa da organização social da sociedade atual e que leve em conta a interconexão entre os seres humanos e o mundo. A concepção de mundo integrado e interdependente revela que os seres humanos são interdependentes, e a autonomia e a liberdade surgem dessa dinâmica. É importante que a escola esteja em sintonia com o mundo

atual e leve em conta as características dos estudantes na organização curricular. A formação para a cidadania é um grande desafio e deve ser pensada levando em conta a realidade dos estudantes que frequentam a escola.

Em Morin (2007, p. 22), compreende-se que “nossos sistemas de ideias (teorias, doutrinas, ideologias) estão não apenas sujeitos ao erro, mas também protegem os erros e ilusões neles inscritos”. Falar sobre o erro intelectual é fundamental, pois muitos profissionais voltados a tecnologia pouco compreendem sobre a importância da sustentabilidade na TI. O que pode os levar a ignorar que uma tecnologia inovadora é aquela que faz uso mais racional de energia e que possua categoria sustentável, talvez, por compreender conceitos equivocados da Tecnologia da Informação. De tal modo, “para articular e organizar os conhecimentos e assim reconhecer e conhecer os problemas do mundo, é necessária a reforma do pensamento” (Morin, 2007, p. 35). Esta percepção da ciência possibilitou a compressão da necessidade de profissionais da área de tecnologia compreenderem o contexto entre a tecnologia da informação e as ciências ambientais. Visto que em Morin (2007, p. 36) “O conhecimento das informações ou dos dados isolados é insuficiente. É preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido”. Portanto, para dar sentido as ciências ambientais na formação de profissionais de TI é necessário trabalhar a interdisciplinaridade segundo a concepção da condição humana descrita por Morin.

Em consonância, Enrique Leff (2011) sustenta que a interdisciplinaridade desempenha um papel primordial na apreensão das problemáticas ambientais, as quais se revelam complexas e multifacetadas, englobando dimensões sociais, econômicas, políticas, culturais, para além das esferas científicas e tecnológicas, enfatizando que a interdisciplinaridade permite uma abordagem mais abrangente e integrada das questões ambientais, congregando diversas disciplinas, saberes e práticas.

O autor igualmente ressalta a relevância da interdisciplinaridade ao contornar as limitações próprias das disciplinas isoladas. Cada disciplina adota sua perspectiva própria, metodologia e conjunto de ferramentas, porém, tais abordagens podem mostrar-se restritas na sua capacidade de abordar problemáticas complexas e multifacetadas. A interdisciplinaridade proporciona aos investigadores e profissionais a oportunidade de reunir diversas abordagens e ferramentas, almejando uma compreensão mais abrangente e interconectada dos fenômenos sob investigação, por fim é crucial no fomento da colaboração e do diálogo entre distintas esferas do conhecimento, o que pode culminar em novas descobertas, inovações e soluções para problemas complexos.

O conhecimento fragmentado das disciplinas isoladas e os erros intelectuais levam a necessidade de novas percepções sobre trabalhar ciências ambientais e tecnologia, estabelecendo a interdisciplinaridade. Em Morin (2007, p. 52) é visto que homem é um ser plenamente biológico e cultural, “a cultura acumula em si o que é conservado, transmitido, aprendido, e comporta normas e princípios de aquisição”. Neste ponto, é chamado a atenção para o trabalho na interdisciplinaridade ser pautado na necessidade do homem sobre sua condição humana. Condição esta regulada a uma relação triádica entre indivíduo/sociedade/espécie. Isto porque a complexidade humana não pode ser compreendida de forma dissociada dos elementos que a constituem, devido todo desenvolvimento verdadeiramente humano significar o desenvolvimento conjunto das autonomias individuais, das participações comunitárias e do sentimento de pertencer à espécie humana (Morin, 2007, p. 55). E ao desbravar sobre a interdisciplinaridade segundo essa relação triádica da condição humana, pode-se narrar sobre as questões ambientais voltadas a área de tecnologia.

O produto em questão está alinhado com as Macrotendências Pragmática e Crítica (Layrargues e Lima, 2014, p. 30-33) ao promover a sensibilização e mobilização das pessoas para a conservação ambiental. Ele aborda de forma específica o consumo e descarte responsável de produtos de Tecnologia da Informação (TI) e incentiva a adoção de práticas de TI Verde. Nesta perspectiva, destaca-se a relevância da participação ativa da comunidade na busca por soluções sustentáveis e na construção de uma cultura de conservação do meio ambiente.

Essa abordagem vai além da simples adoção de práticas sustentáveis; ela também estimula a reflexão crítica sobre o papel da tecnologia e como nossas escolhas impactam não apenas o ambiente, mas também a sociedade como um todo. Dessa forma, o produto desenvolvido neste estudo não só visa a implementação de medidas ambientalmente responsáveis, mas também a promoção de uma mudança de mentalidade em relação ao uso da tecnologia e sua relação com o meio ambiente.

1.2 TI Verde

Tecnologia da Informação Verde, ou TI Verde, é uma abordagem que busca diminuir o impacto ambiental das atividades de tecnologia da informação. Isso implica a adoção de práticas e políticas que pretendem aumentar a eficiência energética, reduzir o uso de recursos naturais, minimizar os resíduos eletrônicos e fomentar a sustentabilidade ambiental. As ações de TI Verde incluem o uso de tecnologias mais adequadas em termos energéticos, a virtualização de servidores para aproveitar melhor os recursos, a implementação de práticas de reciclagem de

equipamentos eletrônicos, a redução do consumo de papel por meio de soluções digitais, entre outras medidas orientadas para a redução do impacto ambiental (Erek et al., 2011).

Nesse contexto, Murugesan (2008) enfatiza a responsabilidade das empresas, governos e sociedades na adoção de práticas ambientais sustentáveis no uso da tecnologia da informação (TI). Embora a TI ofereça inúmeros benefícios, como a melhoria da eficiência e a inovação em diversos setores, ela também apresenta um impacto ambiental significativo. Esse impacto adverso é principalmente decorrente do alto consumo de energia elétrica pelos *data centers* e outros equipamentos de TI, além do descarte inadequado de *hardware*, que resulta na geração de resíduos eletrônicos tóxicos.

Além de ajudar a conservar o meio ambiente, a aplicação de práticas de TI Verde pode gerar benefícios econômicos, como a diminuição de custos operacionais, o aumento da eficiência dos processos e a melhoria da reputação da empresa diante dos *stakeholders*. Portanto, não se limita à sustentabilidade ambiental, mas também à criação de valor para as organizações por meio da inovação e da responsabilidade social corporativa.

A implementação da TI Verde pode ser desafiadora por diversos motivos. No que tange ao processo de redução de custos com uso de estratégias que exploram o potencial de tecnologias inovadoras e sustentáveis, pode resultar em diminuição das despesas operacionais, prioritariamente tal recurso economizado pode ser redirecionado para investimentos em outras áreas.

No entanto, isso requer um comprometimento e uma abordagem estratégica. Para a implantação da TI Verde, é necessário estimular investimentos em soluções sustentáveis que não devem ser consideradas como um custo adicional, mas sim como uma economia de recursos em médio e longo prazo. Destacando que a TI Verde não é o fim em si, é um meio para alcançar um objetivo maior, a sustentabilidade.

Entretanto, vale analisarmos Adorno e Horkheimer (1947) em sua Teoria Crítica, onde temos um contraponto valioso para discutir a implementação de tecnologias sustentáveis. Para sempre questionarmos se a motivação por trás da adoção de qualquer tecnologia “sustentável” é realmente uma preocupação genuína com a sustentabilidade ou se reflete interesses econômicos ou políticos que visam à dominação da natureza.

Essa perspectiva crítica nos leva a refletir se a adoção da TI Verde está realmente alinhada com as diretrizes ambientais ou se é apenas um instrumento para atender a agendas que não priorizam o ambiente, uma destas conhecida como *greenwashing*, onde organizações anunciam produtos ou serviços como “ecológicos” sem bases sólidas, veiculando informações falsas ou exageradas sobre a sustentabilidade de seus produtos (Olhar Digital, 2024; Ravagnani,

2024). Isso ressalta a importância de estimular a reflexão crítica sobre questões ambientais na formação profissional e no aprendizado. Portanto, é crucial que a TI Verde seja implementada de maneira a apoiar verdadeiramente a sustentabilidade, e não apenas para atender a agendas que não priorizam o ambiente.

1.3 Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos

Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) são aqueles gerados pelo descarte de equipamentos elétricos ou eletrônicos, como computadores, celulares, televisores, geladeiras, entre outros. Esses resíduos apresentam um grande desafio ambiental e social, pois contêm substâncias tóxicas que podem contaminar o solo, a água e o ar, além de representarem uma perda de recursos valiosos, como metais e plásticos. Além disso, muitos desses resíduos são manuseados de forma inadequada por catadores informais, que ficam expostos aos riscos à saúde e à segurança (Green Eletron; Ecycle; Ecoassist, 2024)

Diante desse cenário, diversas iniciativas têm sido desenvolvidas para enfrentar o problema dos REEE em múltiplas frentes, internacionalmente o Acordo de Basiléia, adotado em 1989 e ratificado pelo Brasil em 1993, que regula o controle dos movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito, visando prevenir o tráfico ilegal de resíduos entre países, especialmente de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, e estabelece critérios e procedimentos para o manejo seguro desses resíduos (BRASIL, 2022).

O relatório internacional *E-waste Monitor*, publicado anualmente pela *Global E-waste Statistics Partnership*, traz dados e análises sobre a situação dos REEE no mundo, nas regiões e nos países, além de informações sobre as políticas, os regulamentos e os padrões relacionados aos REEE. O documento também mostra as oportunidades e os desafios da reciclagem e do gerenciamento sustentável dos REEE, no último publicado, *E-waste Monitor 2024*, aponta que o total de resíduos eletrônicos alcançou um nível recorde de 62 bilhões de quilos por ano no mundo, com uma média de 7,8 quilos por pessoa. Apenas 22,3% foram reciclados corretamente. O Brasil é o maior produtor de resíduos eletrônicos na América do Sul e o segundo nas Américas, ficando em quinto lugar no ranking mundial, atrás de China, EUA, Índia e Japão. Comparado com a edição anterior do relatório, o Brasil teve um aumento de quase 15% na geração de *e-lixo*, descartando cerca de 2,4 bilhões de quilos por ano (Circularre, 2024).

No âmbito nacional, a Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletrônicos, estabelecida pela Lei Nº 14.479/2022 também representa um avanço significativo no cenário brasileiro em relação à gestão de resíduos eletrônicos. Essa legislação, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Nº 12.305/2010) e o

Decreto Nº 10.936/2022, tem como propósito regular o descarte e acondicionamento adequado de equipamentos eletrônicos, visando à promoção da economia circular e à redução dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado desses materiais.

No âmbito estadual, o Amazonas também se destaca com a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas (Lei Nº 4.457/2017) e o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Amazonas (Decreto Nº 41.863/2020), que estabelecem diretrizes para a gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos na região, incluindo os resíduos eletrônicos.

A implementação da Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletrônicos é fundamental para garantir a gestão adequada desses resíduos, proteger o meio ambiente, promover a inclusão digital por meio do reuso de equipamentos e estimular a economia verde no país. Para tal, a legislação busca fomentar a conscientização da sociedade sobre a importância do descarte responsável de equipamentos eletrônicos, incentivando a reciclagem, reutilização e recuperação de materiais presentes nesses dispositivos.

O Brasil enfrenta um grande desafio na gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos de uso doméstico, ou *e-lixo*, que são aqueles que dependem de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts. Para garantir a destinação correta desses resíduos, o país conta com duas entidades gestoras responsáveis pela logística reversa, que é o sistema que recolhe e encaminha os produtos descartados pelos consumidores para a reciclagem ou o reaproveitamento. As entidades são a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE) e a Gestora para Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos (*Green Eletron*). Segundo dados das entidades, em 2022 foram coletadas e destinadas de forma ambientalmente adequada cerca de 4.744 toneladas de *e-lixo* e 141 toneladas de pilhas e baterias, que também fazem parte do sistema de logística reversa. Além disso, foram reaproveitadas cerca de 1.431 toneladas de metais e reciclados 910 toneladas de plástico. O sistema de logística reversa abrange todo o território nacional, com 8.656 mil pontos de entrega voluntária de resíduos distribuídos em 1.173 municípios (ABREMA, 2023).

Dias et al. (2022) analisaram o cenário dos REEE no Brasil, com foco no mapeamento e caracterização dos recicladores de REEE no país. Os autores coletaram dados primários por meio de uma pesquisa *online* e por telefone com 42 recicladores confirmados, de um total de 140 possíveis recicladores identificados. Encontraram uma distribuição geográfica desigual dos recicladores, que se correlaciona fortemente com a distribuição populacional do país. Os resultados também mostraram que o Brasil recicla apenas cerca de 3,6% do total de REEE gerado, e que a maioria dos recicladores são pequenas instalações que dependem

principalmente de ferramentas manuais para desmontar os resíduos recebidos. Apenas uma minoria dos recicladores usa processos avançados e automatizados, como separação magnética, eletrostática ou a laser, e cerca de 22% dos recicladores exportam material pré-tratado para países como EUA, Bélgica, Alemanha e China.

No cenário local, a iniciativa da Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE) em parceria com a Prefeitura Municipal de Manaus e o Ministério do Meio Ambiente inaugurou a Central de Logística Reversa de Eletroeletrônicos de Manaus, sendo um passo significativo na gestão dos REEE. Esta ação, em consonância com as metas estabelecidas pelo Decreto Federal N. 10.240 de 12/02/2020, visa não apenas expandir a coleta de REEE na região, mas também educar a sociedade sobre a importância da conservação ambiental.

Outra iniciativa, do Instituto Descarte Correto, situado em Manaus, instituição comprometida com a promoção da sustentabilidade e inclusão digital na região amazônica, destaca-se como uma ação que tem como foco o recondicionamento de equipamentos eletrônicos para estabelecer centros de inclusão digital que oferecem cursos presenciais gratuitos, atendendo crianças, jovens e adultos da região. Como participante do programa "Computadores para Inclusão" do Ministério das Comunicações, a instituição possui reconhecimento como Centro de Recondicionamento de Computadores (CRC) na região Norte, autorizado a receber bens provenientes de instituições e órgãos públicos, conforme preconizado pela Lei 14.479/22. Adicionalmente, a instituição se dedica ao recebimento e gestão de resíduos eletrônicos, fornecendo serviço que inclui desde a separação dos materiais recicláveis até a fabricação e manufatura reversa dos aparelhos descartados, por meio de parcerias estratégicas e ações colaborativas, a instituição busca ampliar sua atuação em diversos setores, tanto públicos quanto privados (IDC, 2024).

A crescente geração dos REEE representa um desafio ambiental e social de grandes proporções, torna-se necessário capacitar os profissionais que lidam com as tecnologias da informação para enfrentar o desafio dos REEE, estes devem desempenhar um papel que abrange não apenas competências técnicas, mas também conhecimentos em gestão de resíduos e estratégias de sustentabilidade em promoção de práticas que incentivem uma economia circular e sustentável.

2. PERCURSO METODOLÓGICO

2.1 Local de estudo

A pesquisa foi realizada na cidade de Manaus, localizada na mesorregião do centro amazonense, situada na região norte do Brasil, no estado do Amazonas. A cidade é a capital do estado, possui área de 11 401,092 km² e é a mais populosa da região norte, com uma população estimada em 2.063.689 habitantes (IBGE, 2022).

O local de estudo escolhido foi o Instituto Federal do Amazonas – IFAM *campus* Manaus Distrito Industrial. Sua instituição como Escola Técnica Federal do Amazonas se deu a partir da Portaria Ministerial MEC N. 067, de 06.02.1987 como Unidade de Ensino Descentralizada de Manaus -UNED. A UNED Distrito Industrial foi autorizada a funcionar por meio da Portaria N. 1.241, de 27.08.1992, com os cursos de Informática Industrial e Eletrônica. O Decreto Presidencial de 26 de março de 2001, publicado no Diário Oficial da União de 27.03.2001, transformou a Escola Técnica Federal do Amazonas em Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas – CEFET-AM, conforme a Lei N. 8.948, de 08.12.1994. Em 06 de janeiro de 2009, a Portaria Ministerial N. 04 criou o Instituto Federal do Amazonas e definiu os *campi* que o integrariam, entre eles o Campus Manaus Distrito Industrial, antiga UNED de Manaus (IFAM, 2024).

2.2 Participantes da pesquisa

A pesquisa sofreu um impacto significativo em seu andamento devido a uma greve nacional na rede federal de ensino (Agência Brasil, 2024). Inicialmente planejada para envolver estudantes do ensino técnico do IFAM *campus* Itacoatiara, foi necessário adaptá-la para estudantes do ensino superior do IFAM *campus* Manaus Distrito Industrial. Essa mudança foi necessária para garantir a continuidade da pesquisa dentro do prazo estabelecido pelo programa de pós-graduação.

Dentre os estudantes foram aceitos 20 participantes interessados na pesquisa. Esse número foi ajustado conforme a disponibilidade dos interessados e manifestação de interesse após compreensão dos objetivos da pesquisa e assinatura dos termos de TCLE. Cada termo foi explicado aos envolvidos, conforme o caso, buscando elucidar as regras relacionadas aos termos de consentimento e de assentimento, incluindo os riscos e benefícios que esta pesquisa pode trazer, de acordo com a Resolução CNS N. 466/12, item V. Os participantes foram informados que não haveria gastos com esta pesquisa e não receberão por ela. Todos os registros dos participantes serão mantidos em sigilo. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em

Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (CEP-UFAM), CAAE 76925423.5.0000.5020 sob o Parecer N. 6.628.817. E os horários de participação foram acordados entre os participantes e o pesquisador, de acordo com a disponibilidade da instituição de ensino e dos estudantes.

2.2.1 Critérios de inclusão

Ser estudante de graduação do ensino superior do IFAM *campus* Manaus Distrito Industrial e exprima disponibilidade de participação; e
Assine o TCLE (Termo de Consentimento Livre Esclarecido).

2.2.2 Critérios de exclusão

Não possuir interesse e/ou disponibilidade para participação; ou
Recusa da assinatura do TCLE.

Após a definição dos participantes da pesquisa, o processo de criação e aprimoramento do Produto Educacional foi desenvolvido em cinco grandes etapas (Figura 1).

Figura 1 – Processo de criação e aprimoramento do produto educacional



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Cada etapa é descrita em detalhes a seguir.

2.3 Revisão da literatura

Para apoiar os objetivos desse projeto, foram utilizadas várias fontes de evidências e dados complementares que permitiram compreender o fenômeno observado. Constituída de acesso e leitura de livros e artigos acadêmicos disponíveis no meio físico ou digital, realizada durante todo o processo de pesquisa servindo para fundamentar a pesquisa e suportar às análises dos dados coletados. Esta revisão foi fundamental para a pesquisa científica que embasou a reflexão crítica sobre a temática, a produção do texto da dissertação e as atividades propostas no Produto Técnico Tecnológico. Permitiu ainda, avaliar a relevância e a pertinência do trabalho em relação ao estado atual do conhecimento sobre o tema, tornando possível identificar inconsistências existentes na literatura, bem como novas tendências, metodologias e técnicas de pesquisa científica relevantes.

2.4 Processo de Seleção de Materiais

A seleção dos materiais para a construção do produto educacional (Produto Técnico Tecnológico) foi um processo meticuloso, envolvendo várias etapas e a consideração de diversos critérios. O objetivo era assegurar que os materiais escolhidos fossem de alta qualidade, cientificamente fundamentados, acessíveis e relevantes para o contexto do produto. Para a criação das imagens, especialmente aquelas utilizadas no banner inicial de cada módulo, utilizou-se a inteligência artificial *DALL-E 3*. Esta ferramenta avançada de geração de imagens emprega algoritmos de aprendizado profundo para criar imagens altamente personalizadas, baseadas em prompts que refletem a visão desejada para o conteúdo de cada módulo.

O desenvolvimento dos textos para o corpo dos módulos foi baseado em pesquisa bibliográfica. Foram consultados artigos acadêmicos e páginas da internet, acessados através de *search engines* como o *Google Scholar* e *ResearchGate*. Os termos e palavras-chave utilizados na busca foram cuidadosamente selecionados para cobrir os tópicos centrais e os conceitos mais relevantes. Entre os termos empregados na pesquisa estiveram:

1. Mudanças Climáticas e Impactos Ambientais;
2. Mudanças Climáticas;
3. Degradação Ambiental;
4. Desequilíbrio Ambiental;
5. Desafios Ambientais;
6. Biodiversidade;
7. Educação e Monitoramento Ambiental;
8. Educação Ambiental;

9. Dados Ambientais;
10. Monitoramento Ambiental;
11. Eficiência Energética e Fontes Renováveis;
12. Eficiência Energética;
13. Fontes Renováveis de Energia;
14. Equipamentos Mais Eficientes;
15. Consumo Sustentável e Gestão de Resíduos;
16. Consumo Sustentável;
17. Consequências Ambientais dos Resíduos Eletroeletrônicos;
18. Lixo Eletrônico;
19. *e-lixo*;
20. *e-waste*;
21. Resíduos Eletroeletrônicos;
22. Obsolescência Programada;
23. Práticas de Gestão e Reciclagem dos Resíduos Eletroeletrônicos;
24. Redução, Reciclagem e Reutilização;
25. Políticas e Regulamentações para Resíduos Eletroeletrônicos;
26. Logística Reversa;
27. Tecnologia da Informação e Sustentabilidade;
28. TI Verde;
29. *Green IT*;
30. Sustentabilidade em Tecnologia da Informação;
31. *Green IT and Sustainability*;
32. Práticas de Tecnologia da Informação Verde;
33. Práticas Sustentáveis na Tecnologia da Informação;
34. Benefícios de Práticas Sustentáveis na TI.

Esses termos foram escolhidos para abranger uma ampla gama de tópicos relevantes à interseção entre tecnologia da informação e sustentabilidade. A pesquisa resultou em um conjunto diversificado de fontes, incluindo estudos de caso, artigos de revisão, relatórios e publicações científicas. O conteúdo extraído dessas fontes foi cuidadosamente analisado, sintetizado para criar textos informativos, educativos e acessíveis.

Na curadoria dos vídeos, foi dada preferência a conteúdos provenientes de fontes reconhecidamente científicas e educacionais. Em particular, foram preferencialmente buscados

vídeos dos canais associados ao projeto *Science Vlogs* Brasil, que reúne variados canais sobre ciência no *YouTube*, um projeto conhecido por sua rigorosa abordagem científica e pela qualidade de seus conteúdos, o que assegura que os vídeos selecionados são cientificamente embasados (IFUSP, 2019).

Outro aspecto necessário para o processo de seleção de materiais foi a consideração da acessibilidade. Esforços foram realizados para garantir que todos os materiais fossem acessíveis a uma ampla variedade de estudantes, incluindo aqueles com necessidades especiais. Isso incluiu a utilização de textos alternativos para imagens, legendas para vídeos e a seleção de fontes de leitura amigáveis.

2.5 Oficina para Aprimoramento do Produto Educacional

Um dos objetivos do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (PROFICIAMB) é o desenvolvimento de produtos educacionais (Produtos Técnicos Tecnológicos). Esse objetivo está em consonância com as diretrizes do Documento de Área de Ensino da CAPES de 2019, que estabelece que, no mestrado profissional, ao contrário do mestrado acadêmico, o estudante de mestrado deve criar um processo ou produto educativo aplicado em condições reais de sala de aula ou outros ambientes de ensino, podendo ser desenvolvido de forma artesanal ou em protótipo. E de acordo com a norma mencionada, os tipos de produtos permitidos incluem, por exemplo, uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de videoaulas, um equipamento, uma exposição, entre outros (Brasil, 2019, p. 15)

Neste contexto, foi criada uma versão “Inicial” do produto educacional desenvolvido no âmbito desta pesquisa, o curso autoinstrucional “Ciências Ambientais na TI”. Ele foi construído com apoio das tecnologias digitais e customização de uma Plataforma Moodle para desenvolver um curso autoinstrucional. Este curso autoinstrucional voltado para o ensino das Ciências Ambientais e promoção da sustentabilidade no contexto da Tecnologia da Informação, está ofertado em Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) <https://sustentabilidadeti.site/> e é recomendado para estudantes e profissionais da área de Tecnologia. Entretanto, poderá também ser utilizado por qualquer indivíduo com interesse na temática. A intenção do produto é, não apenas sensibilizar sobre sustentabilidade ambiental com conceitos sobre TI Verde, mas também, estimular a mudança de práticas profissionais voltadas para sustentabilidade.

Construída com uma interface amigável e com capacidade de adaptação aos mais diversos dispositivos móveis. Também foram utilizadas ferramentas para estimular a interação, integração com conteúdo multimídia, *feedback* imediato com coleta de dados dos utilizadores

quanto ao uso da Plataforma. Esse relatório permite ao pesquisador acompanhar a utilização do produto educacional e seus vários recursos na trilha de formação.

A trilha de formação aborda a integração das ciências ambientais com a Tecnologia da Informação em um contexto de sustentabilidade. Os participantes são guiados por uma jornada de aprendizado que abrange desde a compreensão inicial de ciências ambientais e sua relação com a Tecnologia da Informação até a aplicação de práticas sustentáveis na área de TI, levando os participantes a integrarem princípios de sustentabilidade ambiental em sua prática profissional. Ao entender a importância da escolha consciente de *hardware* e *software*, gestão eficiente de energia, e práticas sustentáveis de gestão de resíduos eletrônicos.

Nesse contexto, os participantes estarão preparados para tomar decisões responsáveis em seus futuros papéis profissionais, incorporando uma perspectiva pragmática da educação ambiental ao explorar questões de obsolescência programada, gestão de resíduos sólidos e consumo sustentável, buscando mecanismos de compensação para corrigir as "imperfeições" do sistema capitalista. Ao mesmo tempo, a trilha também integra uma perspectiva crítica ao trabalhar conceitos como cidadania ambiental e transformação social, os participantes serão desafiados a repensar o desenvolvimento da sociedade como um todo.

2.5.1 Conhecimento prévio

No primeiro momento da oficina, foi aplicado um questionário com respostas usando Escala de Likert de 5 pontos, nesta sequência: 1 - Discordo totalmente, 2 - Discordo, 3 - Neutro, 4 - Concordo, 5 - Concordo totalmente, com intenção de captar as percepções dos participantes sobre os conceitos de ciências ambientais e sustentabilidade em TI (Quadro 1).

Quadro 1 – Instrumento de coleta inicial usando escala de Likert

Questionário de coleta inicial	
Objetivo:	Analisar conhecimento prévio em relação aos conceitos de ciências ambientais e a sustentabilidade na Tecnologia da Informação.
Participantes:	Estudantes
Duração aproximada:	1 hora
Possíveis respostas:	1 - Discordo totalmente 2 – Discordo 3 – Neutro 4 – Concordo 5 – Concordo totalmente.
Perguntas	
1. Tenho um bom conhecimento sobre as principais questões ambientais que afetam o nosso planeta.	
2. Compreendo como o uso de tecnologias da informação (TI) pode contribuir para a sustentabilidade ambiental.	
3. Considero a eficiência energética ao escolher equipamentos de TI.	

- | |
|--|
| 4. Estou informado sobre os métodos corretos de descarte de lixo eletrônico. |
| 5. Estou ciente dos problemas ambientais causados pelo descarte inadequado de equipamentos de TI. |
| 6. Acredito que posso contribuir para a conservação ambiental ao escolher tecnologias mais sustentáveis. |

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

2.5.2 Utilizando a plataforma

Em segundo momento, de forma a melhor entender e contextualizar o processo estudado, foi adotado grupo focal como método de pesquisa qualitativa apropriado para coletar dados com o objetivo explorar e compreender as percepções, atitudes e comportamentos do grupo de sujeitos da pesquisa em relação ao tema proposto, neste contexto, os estudantes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem ingressantes de curso superior do IFAM *campus* Manaus Distrito Industrial.

Para Redmond e Curtis (2009), um grupo focal é composto por um pequeno número de participantes que são selecionados com base em características comuns como experiência com um determinado assunto, assim os participantes são conduzidos a discutir livremente suas percepções, experiências e opiniões sobre o tema em questão, enquanto o pesquisador guia o grupo com perguntas abertas e estimula o diálogo entre os participantes. A utilização da metodologia de grupos focais apresenta diversas vantagens em comparação a outras técnicas de pesquisa, uma destas é a possibilidade de se obter uma compreensão mais ampla e aprofundada das percepções dos participantes da pesquisa em relação ao tema investigado. Além disso, a dinâmica de grupo utilizada pela técnica pode introduzir discussões que geram novas ideias, que provavelmente não seriam obtidas com outras abordagens.

Assim, o produto educacional foi apresentado e disponibilizado acesso, posteriormente, os participantes responderam às questões do roteiro (Quadro 2), preparado com o intuito de coletar as concepções dos participantes após o uso da plataforma. As questões abordam diversos aspectos relacionados às ciências ambientais e à integração da sustentabilidade com a Tecnologia da Informação, explorando conceitos, importância, aplicação prática, benefícios e potencial de conscientização ambiental, além de questionar como os profissionais de TI em formação podem contribuir para a conservação do meio ambiente. Também foram realizadas reflexões coletivas sobre estratégias para promover o ensino de ciências ambientais utilizando a Tecnologia da Informação e a temática abordada. As perguntas visaram obter percepções dos participantes para aprimorar o desenvolvimento do produto educacional. Durante as reuniões com os grupos as respostas foram registradas através de um formulário eletrônico.

Quadro 2 – Instrumento de coleta em grupo focal

Roteiro para aplicação no grupo focal	
Objetivo:	Compreender as percepções em relação aos conceitos de ciências ambientais e a sustentabilidade na Tecnologia da Informação apresentados.
Participantes:	Estudantes
Duração aproximada:	1 hora
Perguntas	
1. Você acha a abordagem das questões ambientais importante? () Sim () Não	
2. Com base na resposta anterior, justifique sua resposta em uma frase.	
3. Quais as conexões existentes entre sustentabilidade e o uso das Tecnologias da Informação (TI)?	
4. Quais as ações que você acha importante ter na escolha de equipamentos de TI visando a sustentabilidade ambiental?	
5. Você acredita que o cuidado com o descarte do lixo oriundo das TI pode ajudar a promover práticas sustentáveis na sua escola? () Sim () Não	
6. Com base na resposta anterior, justifique sua resposta.	
7. Quais os problemas ambientais causados pelo uso de TI?	
8. Cite como você pode contribuir para a conservação ambiental através dos cuidados com o uso de Tecnologias da Informação?	

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

As questões abordaram diversos aspectos relacionados às ciências ambientais e à integração da sustentabilidade com a Tecnologia da Informação, explorando conceitos, importância, aplicação prática, benefícios e potencial de conscientização ambiental, além de questionar como os profissionais de TI em formação podem contribuir para a conservação do meio ambiente.

Todos esses passos foram realizados como parte do processo de aprimoramento/atualização do produto didático. Posteriormente, foram agendadas reuniões para discutir a validação das melhorias do produto educacional. O propósito foi avaliar o protótipo (versão “inicial”) fornecendo orientações para a construção final do produto didático. Isso permitiu visualizar com mais clareza os pontos de aperfeiçoamento a serem considerados para a etapa de validação, contribuindo para a evolução do produto como um todo.

2.6 Validação

Após a conclusão da etapa anterior onde os participantes registram os conhecimentos prévios, exploram ativamente a plataforma e registram os conceitos aprendidos, estes foram conduzidos à fase de validação. Nesse processo, foram analisados os dados coletados por meio de um questionário que abordava diversos aspectos da qualidade do produto educacional experienciado. Para isso, foram utilizadas técnicas de análise textual discursiva, que auxiliaram na interpretação dos dados qualitativos, proporcionando uma visão holística tanto do produto educacional quanto do processo de aprendizagem dos estudantes participantes da pesquisa.

Durante o estudo, foram coletados registros de 20 participantes, identificados como P1 a P20, que responderam a um questionário composto por questões de múltipla escolha (Quadro 3), que apresentaram formato híbrido: além das opções de respostas fechadas, houve a possibilidade de incluir uma resposta aberta. Cabe salientar que os participantes tiveram liberdade de marcar no mínimo 1 e no máximo as n opções disponíveis em cada questão, assegurando que as variáveis relevantes sejam consideradas e que as respostas dos participantes reflitam com maior precisão a complexidade de suas posições.

Quadro 3 – Questionário para validação e ajustes do produto educacional

Questionário de Validação e Ajustes do Produto	
Objetivo:	Avaliação do produto e ajustes.
Participantes:	Estudantes
Duração aproximada:	1 hora
Perguntas	Opções
1. Quais aspectos do produto educacional você considerou mais eficazes?	a) Clareza do conteúdo, b) Qualidade do design gráfico, c) Interatividade do material, d) Facilidade de navegação, e) Relevância do conteúdo para o seu aprendizado, f) Exemplos práticos e estudos de caso, g) Variedade de recursos multimídia, h) Feedback e avaliações automáticas, i) Outro*
2. Quais elementos visuais do produto educacional você considera atraentes?	a) Uso de imagens e ilustrações, b) Design de interface, c) Esquema de cores, d) Tipografia, e) Animações e transições, f) Gráficos e tabelas, g) Outro*
3. Quais recursos você utilizou mais frequentemente?	a) Vídeos explicativos, b) Apresentações de slides, c) Textos e artigos, d) Fóruns de discussão, e) Materiais para download, f) Outro*
4. Quais melhorias você sugere para o produto educacional?	a) Mais exemplos práticos, b) Melhorias no design gráfico, c) Maior interatividade, d) Atualização do conteúdo, e) Redução de complexidade, f) Acesso a tutoria, g) Melhorias na navegação, h) Inclusão de novos recursos multimídia, i) Outro*
5. Quais são os pontos fortes do conteúdo educacional?	a) Profundidade do conteúdo, b) Atualidade das informações, c) Clareza e objetividade, d) Relevância para a prática profissional, e) Aplicabilidade no dia a dia, f) Organização e estrutura lógica, g) Outro*
6. Quais foram os desafios ou dificuldades que você encontrou ao utilizar o produto educacional?	a) Dificuldade em encontrar informações específicas, b) Problemas técnicos, c) Complexidade do conteúdo, d) Falta de exemplos práticos, e) Interface confusa ou difícil de navegar, f) Ausência de suporte ou tutoria, g) Falta de motivação ou engajamento, h) Outro*
7. Quais aspectos do design você considera mais importantes?	a) Usabilidade e acessibilidade, b) Consistência visual, c) Design responsivo, d) Estética e apelo visual, e) Personalização e ajustes de interface, f) Legibilidade e clareza do texto, g) Outro*
8. Quais funcionalidades ou características você gostaria de ver no futuro?	a) Gamificação, b) Inteligência artificial, c) Realidade aumentada ou virtual, d) Sessões de estudo colaborativas, e) Integração com redes sociais, f) Ferramentas de análise de desempenho, g) Recursos de acessibilidade aprimorados, h) Outro*
9. Como você avalia a experiência de aprendizado proporcionada pelo produto?	a) Motivadora e engajante, b) Flexível e adaptável ao meu ritmo, c) Interativa e envolvente, d) Abrangente e completa, e) Estimulante e desafiadora, f) Personalizada e relevante para meus objetivos, g) Outro*
10. Você recomendaria este produto educacional para outras pessoas?	a) Sim, definitivamente, b) Talvez, com algumas melhorias, c) Não, não atenderia às necessidades, d) Sim, mas apenas para um público específico
11. Sinta-se à vontade para escrever quaisquer comentários, sugestões ou preocupações que você tenha sobre o produto educacional. *	
*Pergunta aberta	

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Esta etapa de validação e ajustes foram fundamentais para avaliar e aprimorar o produto educacional, tornando-o mais alinhado com os objetivos da pesquisa em contribuir para o desenvolvimento dos estudantes frente a natureza complexa dos problemas ambientais da atualidade.

2.7 Análise dos dados

Os dados quantitativos primários e secundários, coletados a partir de documentos institucionais e oriundos dos participantes, foram analisados por meio do método de Análise de Conteúdo de Bardin (2011), interpretação da Escala de Likert (Costa Jr. et al., 2024) e estatística descritiva, objetivando atingir os objetivos do estudo.

2.7.1 Escala de Likert

A escala de Likert (Costa Jr. et al., 2024) é amplamente utilizada na mensuração de dados qualitativos, sobretudo em pesquisas sociais e de opinião. Sua flexibilidade permite adaptação a diversos contextos, desde estudos acadêmicos até pesquisa de satisfação de cliente. Esta escala foi empregada para compreender opiniões e percepções, convertendo dados subjetivos em quantitativos, possibilitando capturar as opiniões das pessoas participantes da pesquisa, oferecendo *insights* para tomadas de decisão.

2.7.2 Análise de conteúdo

A análise de Conteúdo (Bardin, 2011) foi utilizada para interpretação das falas e opiniões apresentadas pelos participantes da pesquisa e foi realizada com base em três processos sequenciais: 1) A pre-análise - organização das ideias e propostas da pesquisa, a delimitação do escopo e objetivos da pesquisa e a preparação do material a partir de análise textual em busca daqueles que tragam em seu escopo a abordagem do tema de pesquisa; 2) exploração do material e análise com profundidade, a fim de identificar narrativas e evidências acerca do tema e os objetivos da pesquisa; 3) tratamento e interpretação dos resultados obtidos, onde os resultados brutos serão tratados de maneira a tornarem-se significativos e válidos, passando por um tratamento estatístico que permitirá a elaboração de tabelas que condensarão e destacarão as informações fornecidas para análise.

2.7.3 Estatística descritiva

A estatística descritiva (média, mediana, frequência simples, entre outros) foi utilizada durante a análise para descrever, resumir e apresentar os dados relativos aos fenômenos estudados, evidenciando características relevantes ao tema de interesse do estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a Oficina para Desenvolvimento do Produto Educacional foram reunidos 20 estudantes de ensino superior para a coleta de informações que nortearam o melhoramento do curso autoinstrucional “Sustentabilidade na TI” visando a promoção da sustentabilidade no contexto da Tecnologia da Informação. Nesse processo, realizamos um momento para aplicação de um questionário de conhecimento prévio utilizando a escala Likert, seguindo para um questionário de coleta em grupo focal pós-utilização do produto, e por fim, o questionário para validação e ajustes do produto educacional, cujo resultados passamos a descrever a seguir:

4.1. Prototipação do produto educacional

O desenvolvimento de um produto educacional fruto dessa pesquisa se deu a partir de um conjunto de conhecimentos sobre a sustentabilidade no contexto da TI, integrando aspectos ecológicos, sociais, culturais e econômicos de forma interdisciplinar. Esta abordagem holística da TI (Murugesan, 2008) na educação potencializa a formação de uma nova geração de profissionais, a fim de romper com a fragmentação do saber, pois “os problemas fundamentais e os problemas globais estão ausentes das ciências disciplinares” (Morin, 2007, p. 40), para isso “as estratégias pedagógicas devem compreender, dentro de uma perspectiva holística, os diversos aspectos ecológicos, sociais, culturais e econômicos do meio ambiente, isto é, devem ter caráter interdisciplinar” (UNESCO, 1997, p. 57).

4.1.1 A escolha da plataforma *Moodle*

A plataforma *Moodle* (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) foi estrategicamente selecionada para a elaboração deste produto educacional direcionado ao ensino de Ciências Ambientais no âmbito da formação em Tecnologia da Informação (TI).

A escolha foi motivada pela sua flexibilidade, possibilitando a criação de cursos personalizados que atendem às necessidades específicas do público-alvo. A plataforma disponibiliza uma vasta gama de recursos e atividades, incluindo fóruns, questionários, lições e tarefas, que podem ser combinados e adaptados para criar experiências de aprendizagem personalizadas, além do apoio da comunidade global de usuários e desenvolvedores, que permite compartilhar recursos, oferecer suporte e contribuir para melhoria contínuo da plataforma. O contato com o trabalho de Valente, Moreira e Dias (2009) foi importante para o desenvolvimento do produto. Os autores discutem o papel do *Moodle* na formação, questionando se é uma moda passageira, uma mania temporária ou uma verdadeira inovação

educacional. Eles exploram estratégias pedagógicas e estudos de caso para analisar a eficácia e o impacto dessa plataforma no ambiente de aprendizagem.

Outra vantagem da plataforma *Moodle* é ser um *software* livre e de código aberto, o que significa que pode ser utilizado e modificado sem custos. Diferente do *software* proprietário, o *software* livre permite que o código-fonte seja acessado, compartilhado e alterado por qualquer pessoa, promovendo uma cultura de colaboração e inovação contínua. Essa filosofia não apenas apoia o desenvolvimento tecnológico, mas também fortalece valores sociais como a cooperação e o acesso democrático ao conhecimento. No Brasil, o *software* livre ganhou força com iniciativas governamentais e da sociedade civil, visando a inclusão digital e a soberania tecnológica nacional. (Bonilla, 2014). Isso o torna uma opção viável para instituições de ensino com recursos limitados, especialmente na região amazônica.

Um exemplo notável é a Universidade do Estado do Amazonas (UEA), que utiliza a plataforma *Moodle* em sua estratégia de *e-learning* para promover a educação e desenvolver o conhecimento científico na Amazônia. Oferecendo cursos de formação continuada em novas tecnologias aplicadas à educação a distância, capacitando professores para utilizar o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) que cobrem diversas áreas, como planejamento de cursos, criação de salas virtuais, publicação de conteúdos, atividades avaliativas, inscrição de alunos, ferramentas administrativas, web conferências e gravação de vídeo aulas (Campos Pereira; Oliveira Barbosa; Mata Libório Filho, 2023).

Ademais, a plataforma *Moodle* é compatível com uma ampla gama de dispositivos e sistemas operacionais, garantindo acessibilidade para alunos em diferentes contextos. Assim a priorização do uso de *softwares* livres e de código aberto na construção do ambiente de aprendizagem está alinhada com os princípios de sustentabilidade e acessibilidade que orientam o projeto educacional. Os *softwares* livres permitem que alunos e educadores modifiquem e compartilhem recursos, promovendo a colaboração e a inovação.

4.1.2 O curso como REA

Os Recursos Educacionais Abertos (REA) representam uma importante ferramenta na esfera educacional contemporânea, consistindo em materiais de ensino, aprendizagem e pesquisa disponibilizados com licenças abertas que permitem seu uso, adaptação e distribuição sem custo. Um dos principais objetivos dos REA é promover a democratização do conhecimento, buscando ampliar o acesso à educação de forma inclusiva e abrangente. Nesse sentido, eles desempenham um papel crucial ao proporcionar oportunidades de aprendizagem

para uma ampla gama de estudantes e professores, independentemente de barreiras financeiras ou geográficas (Ferreira & Sá, 2018).

Além disso, são caracterizados pelo uso de licenças abertas, as quais facultam a reutilização e adaptação dos materiais para diferentes contextos educacionais (Zanin, 2017). Essa abordagem colaborativa e participativa incentiva a criação coletiva de conhecimento e estimula a colaboração entre educadores e instituições de ensino. Ao promover a livre circulação de recursos educacionais, os REA contribuem para a construção de uma cultura de compartilhamento e colaboração na comunidade educacional.

Vale ressaltar que o movimento em torno dos REA é de alcance global, com diversas iniciativas e políticas sendo implementadas em diferentes países, incluindo o Brasil. Esse engajamento internacional reflete a crescente conscientização sobre a importância dos REA na promoção da educação de qualidade e acessível para todos, independentemente de fronteiras geográficas ou socioeconômicas (Ferreira & Sá, 2018).

Do ponto de vista técnico, a etapa final do desenvolvimento de um curso/treinamento no *Moodle* envolve a sua exportação, um processo essencial para compartilhar o conhecimento construído com uma audiência mais ampla. A exportação do curso no Moodle é conduzida de maneira eficiente e direta, permitindo que instrutores e instituições educacionais distribuam seu conteúdo de forma fácil e versátil para outros ambientes virtuais de aprendizado ou para uso *offline*.

O procedimento inicia-se ao acessar as configurações do curso, onde é selecionada a opção de exportação. Em seguida, é escolhido o formato desejado para a exportação, dispondo o *Moodle* de uma variedade de formatos compatíveis. Entre eles, destaca-se o formato de arquivo padrão do *Moodle* (.mbz), que encapsula todo o conteúdo do curso de forma compacta e organizada, garantindo a portabilidade entre diferentes *servers* da mesma plataforma.

Outra opção de exportação é o formato *IMS Common Cartridge* (.imsc), que oferece uma maneira padronizada de empacotar e compartilhar conteúdo educacional, incluindo recursos, atividades e metadados do curso. Esse formato é especialmente útil para migrar cursos entre diferentes sistemas de gerenciamento de aprendizado que suportam o padrão *IMS Common Cartridge*.

Uma vez selecionado o formato de exportação, o sistema guiará o usuário através do processo, compilando todo o conteúdo do curso, incluindo recursos, atividades, materiais de leitura e avaliações, em um arquivo compactado pronto para exportação, após o processo de exportação, o arquivo resultante pode ser facilmente transferido para outros ambientes virtuais de aprendizagem compatíveis com o formato escolhido. Além disso, segundo Junqueira e

Lóscio (2014) o arquivo exportado poderá ser armazenado localmente para acesso *offline* ou armazenado remotamente em nuvem de repositórios de objeto de aprendizagem atendendo alguns critérios técnicos como Reusabilidade, Interoperabilidade, Granularidade, Autonomia, Customização e Escalabilidade.

Neste estudo, o método de exportação e importação foi testado e validado utilizando o formato padrão do *Moodle* (.mbz), tanto em servidores locais nos computadores do pesquisador quanto em servidores remotos na nuvem. Esse processo facilitou a implantação do curso de maneira ágil e eficiente, permitindo um *deploy* rápido e sem complicações.

4.1.3 Caracterização da formação

O objetivo deste curso é abordar os problemas ambientais globais e discutir como a TI pode contribuir para encontrar soluções sustentáveis. O curso é voltado para estudantes e profissionais de TI que querem desenvolver seus conhecimentos e habilidades. Ele é autoinstrutivo, ou seja, o aluno pode seguir no seu próprio ritmo e horário, sem precisar interagir com um tutor ou outros alunos, e está dividido em cinco módulos, que tratam dos seguintes assuntos: Desafios ambientais globais; Mudanças climáticas e tecnologia; Cenário dos resíduos eletroeletrônicos no mundo; Consumismo consciente na TI; e Atuação profissional sustentável na TI.

4.1.4 Roteiro para construção da trilha de formação

A seguir passamos a apresentar a descrição e as questões propostas apresentadas em cada módulo do curso.

Módulo 1 - Desafios Ambientais Globais (2 horas)

Neste tópico introdutório, nos aprofundaremos na compreensão dos desafios ambientais que afetam o nosso planeta. Em um primeiro momento, abordaremos as mudanças climáticas, examinando suas causas e os impactos que estão reconfigurando o nosso ecossistema global. Compreenderemos como essas transformações afetam não apenas a natureza, mas também a sociedade e economias ao redor do mundo. Em seguida, exploraremos a crescente preocupação com a perda de biodiversidade e as consequências para os ecossistemas globais. Analisaremos a interdependência entre todas as formas de vida e os serviços vitais que os ecossistemas proporcionam para a sustentação da vida humana e de inúmeras outras espécies.

Questões propostas:

- 1.1. Consegue nos contar sobre os efeitos das mudanças climáticas em sua região?
- 1.2. Como esses efeitos climáticos têm afetado sua rotina e o ambiente ao seu redor?
- 1.3. Como essas mudanças climáticas influenciaram sua qualidade de vida?

Módulo 2 - Mudanças Climáticas e Tecnologia (2 horas)

Aqui, aprofundaremos na relação entre as mudanças climáticas e a Tecnologia da Informação. Analisaremos como a tecnologia pode ser uma aliada na redução das emissões de gases de efeito estufa e no desenvolvimento de soluções para mitigar os impactos das mudanças climáticas. Abordaremos inovações tecnológicas, como fontes de energia renovável e eficiência energética, que têm um papel crucial na transição para uma economia de baixo carbono.

Questões propostas:

- 2.1. Qual é a sua compreensão sobre como a Tecnologia da Informação (TI) contribui para enfrentar as mudanças climáticas, especialmente no que diz respeito à coleta, análise e interpretação de dados?

Módulo 3 - Resíduos Eletroeletrônicos no Mundo (2 horas)

Neste tópico, iremos aprofundar na análise da magnitude do problema dos resíduos eletroeletrônicos a nível global. Compreenderemos as consequências ambientais e sociais desse fenômeno, e exploraremos as melhores práticas de gestão e reciclagem de resíduos eletrônicos. Além disso, discutiremos políticas e regulamentações relevantes para o tratamento responsável desses materiais.

Questões propostas:

- 3.1. Os aparelhos eletrônicos que jogamos fora estão aumentando muito. Como a nova tecnologia afeta isso?
- 3.2. Dê sua opinião sobre o que fazemos atualmente com esses aparelhos e o que podemos fazer para cuidar melhor do lixo eletrônico, pensando no meio ambiente, nas pessoas e no dinheiro?

Módulo 4 - Consumismo Consciente na TI (2 horas)

Este tópico se concentra em promover o consumo consciente de produtos eletroeletrônicos na área de Tecnologia da Informação. Vamos discutir critérios para

escolha de equipamentos mais eficientes e duráveis, além de estratégias para prolongar a vida útil dos dispositivos. Também abordaremos a importância da reciclagem e da reutilização de componentes, contribuindo para a redução do impacto ambiental associado à produção e descarte de equipamentos.

Questões propostas:

- 4.1. Qual é o seu ponto de vista sobre o seu papel na promoção da sustentabilidade?
- 4.2. Como você percebe as ações que já realiza nesse sentido?
- 4.3. E, mais importante ainda, quais ideias você tem para impulsionar práticas mais sustentáveis na área de tecnologia?

Módulo 5 - Atuação Profissional Sustentável na TI (2 horas)

Vamos refletir sobre a atuação profissional na área de Tecnologia da Informação sob uma perspectiva sustentável. Discutiremos estratégias para integrar práticas sustentáveis desde a aquisição de equipamentos até o descarte responsável. Serão apresentados estudos de caso e exemplos concretos de como os profissionais de TI podem desempenhar um papel fundamental na promoção da sustentabilidade no ambiente de trabalho e na comunidade em geral.

Questões propostas:

- 5.1. Pense em um projeto ou ação que promova a sustentabilidade na área de Tecnologia da Informação, gostaria de ouvir detalhes do seu plano. Por exemplo, quais tecnologias ou práticas ambientalmente conscientes você planeja incorporar?
- 5.2. Além disso, como você enxerga o potencial para impactar positivamente não apenas seu local de trabalho, mas também a sua comunidade e o ambiente em geral?

4.1.5 Descrição da estrutura dos módulos de ensino

A Plataforma *Moodle* não apenas oferece uma plataforma aberta para cursos, mas também uma abordagem flexível para a construção de módulos de ensino, visando otimizar a experiência de aprendizado dos estudantes.

Com isso em mente, cada módulo de estudo foi cuidadosamente elaborado, seguindo uma ordem que visa não apenas informar, mas também engajar os alunos de maneira progressiva, onde a estrutura dos módulos foi delineada na seguinte ordem, baseando-se em modelos de websites de notícias e blog (ex. *terra.com.br*, *oantagonista.com.br*, *cartacapital.com.br*, *portalodia.com*).

1) Mensagem de Boas-Vindas e Instruções Iniciais de Uso;

Ao ingressar no curso, os alunos serão recebidos com uma mensagem de boas-vindas do professor, que fornece instruções iniciais sobre como navegar na Plataforma *Moodle* e acessar o conteúdo do curso. Essa mensagem cria um ambiente acolhedor e orienta os alunos sobre os próximos passos.

2) Título da unidade com *banner* e texto introdutório;

Cada unidade do curso será introduzida com um título atraente acompanhado por um *banner* visualmente cativante, relacionado ao tema em questão. Um breve texto introdutório fornece uma visão geral dos conceitos a serem abordados na unidade, despertando o interesse dos alunos e preparando-os para o conteúdo que está por vir.

3) Tópicos de estudo em componentes *Bootstrap Card* com recurso *Collapse*;

Os tópicos de estudo são apresentados de forma organizada em componentes *Bootstrap Card*, utilizando o recurso *Collapse* (*accordion*) para evitar que o conteúdo ocupe toda a tela e permitir uma navegação mais fluída. Essa abordagem permite aos alunos explorarem os diferentes tópicos de forma interativa, expandindo e recolhendo as seções conforme necessário. Além disso, são disponibilizados vídeos selecionados para complementar o conteúdo textual, enriquecendo a experiência de aprendizado.

4) Voz sintetizada para acessibilidade;

Para garantir a acessibilidade a todos os alunos, o conteúdo textual é complementado com uma versão em áudio, gerada por voz sintetizada. Isso permite que os estudantes com deficiência visual, de audição ou dificuldades de leitura tenham acesso ao conteúdo de forma mais inclusiva.

5) Fórum para compartilhamento de conhecimento crítico;

Um fórum dedicado será fornecido para que os alunos compartilhem conhecimentos, dúvidas e experiências relacionadas ao tema do curso. Esse espaço de discussão promove a interação entre os estudantes, estimulando o debate e a colaboração.

6) Conteúdo Extra.

Uma seção adicional é dedicada a conteúdos extras, agregando *links* para artigos, *sites*, quadrinhos e outras fontes de conhecimento relacionadas ao tema do curso. Esses

recursos adicionais permitem que os alunos explorem ainda mais o assunto, ampliando seu entendimento e perspectivas.

4.1.6 O Protótipo - Versão Inicial

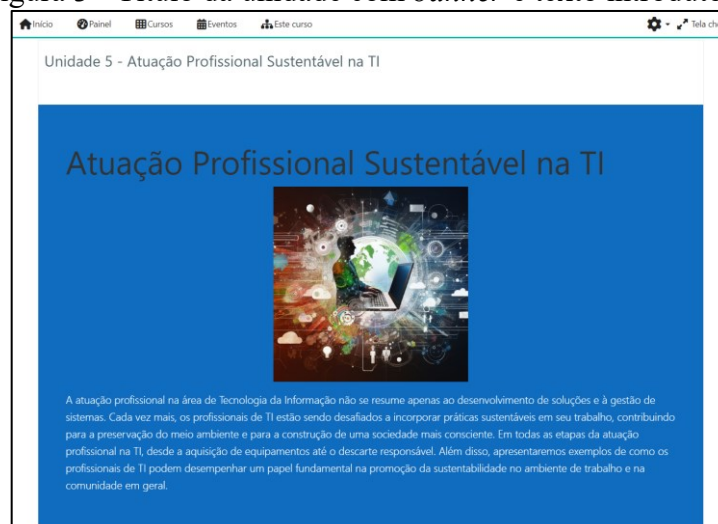
Apresenta-se a versão inicial do curso (protótipo), elaborada seguindo o desenho no roteiro de formação e da descrição da estrutura dos módulos antes da coleta inicial de dados com os participantes, com o conteúdo seguindo o processo de seleção dos materiais. As figuras abaixo ilustram as telas com a Mensagem de boas-vindas e instruções de uso (Figura 2), Título da unidade com *banner* e texto introdutório (Figura 3), Tópicos de estudo em componentes *Bootstrap Card* com recurso *Collapse* (Figura 4), Fórum para compartilhamento de conhecimento crítico (Figura 5), Voz sintetizada para acessibilidade e Sessão com conteúdo extra (Figura 6).

Figura 2 - Mensagem de Boas-Vindas e Instruções Iniciais de Uso



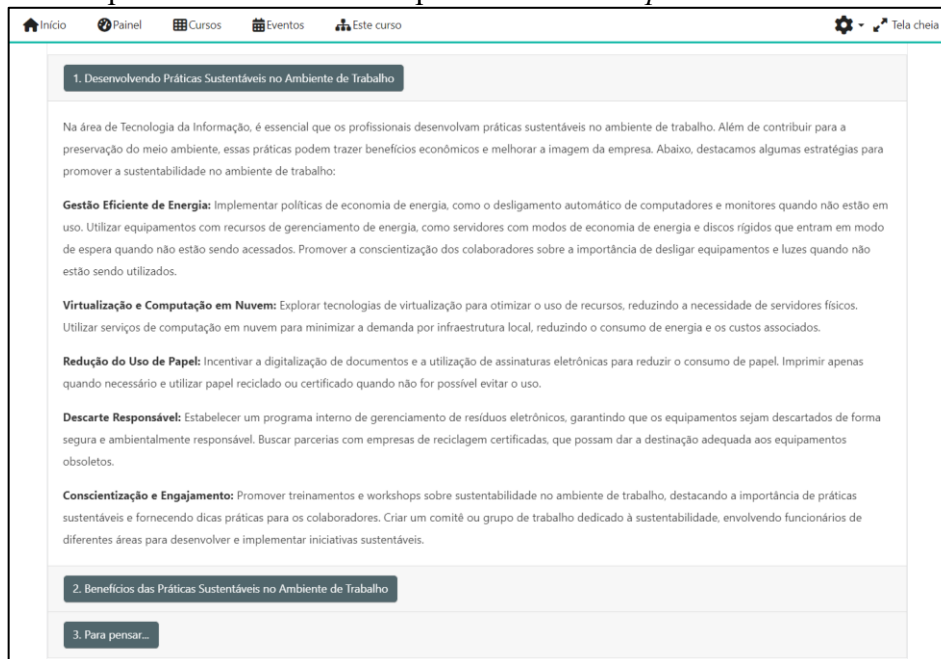
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 3 - Título da unidade com *banner* e texto introdutório



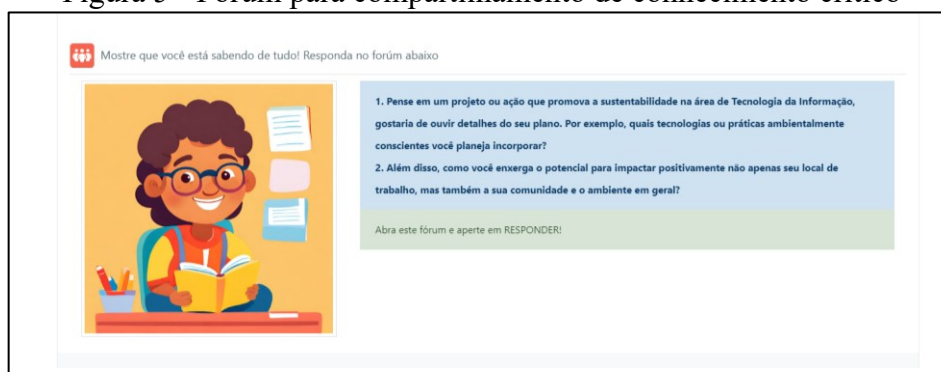
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 4 - Tópicos de estudo em componentes *Bootstrap Card* com recurso *Collapse*



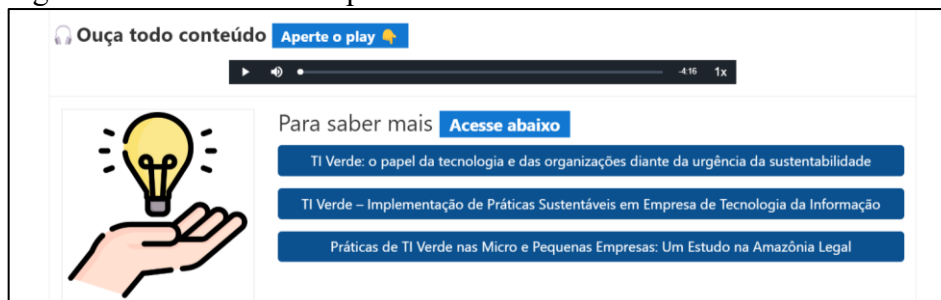
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 5 - Fórum para compartilhamento de conhecimento crítico



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 6 - Voz sintetizada para acessibilidade e sessão de Conteúdo Extra.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

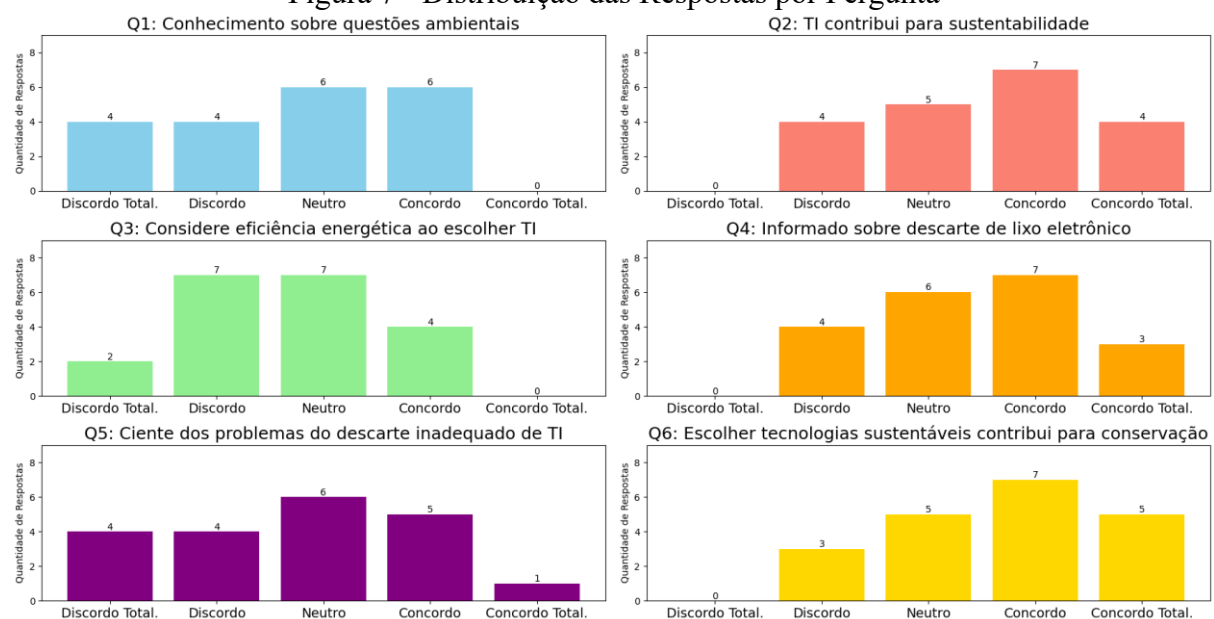
4.2 Oficina de Aprimoramento do Produto Educacional

A oficina foi uma etapa essencial no processo de aprimoramento do produto educacional. Esta fase envolveu a colaboração ativa dos participantes para desenvolver recursos que atendem às suas necessidades específicas. A seguir, apresento os resultados obtidos durante os diferentes momentos da oficina:

4.2.1 Conhecimento prévio

Segundo Powell et al. (2011), é necessário desenvolver escalas para medir a responsabilidade ambiental, o desenvolvimento do caráter e as atitudes em relação à escola a fim de avaliar a eficácia dos programas educacionais e ambientais. Os gráficos a seguir apresentam a distribuição das respostas da pesquisa realizada com os participantes sobre diversos aspectos relacionados ao conhecimento e práticas ambientais, onde cada gráfico de barras abaixo ilustra a distribuição das respostas para uma pergunta específica, conforme apresentado no “Quadro 1 – Instrumento de coleta inicial usando escala de Likert”. As perguntas abordam temas como conhecimento sobre questões ambientais, a relação entre TI e sustentabilidade, consideração da eficiência energética na escolha de equipamentos de TI, conhecimento sobre métodos corretos de descarte de lixo eletrônico, consciência sobre problemas ambientais causados pelo descarte inadequado de equipamentos de TI, e a contribuição pessoal para a conservação ambiental ao escolher tecnologias mais sustentáveis.

Figura 7 - Distribuição das Respostas por Pergunta



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

As respostas para a Questão 1, que trata do conhecimento sobre questões ambientais, ficaram divididas igualmente entre "Neutro" (30%) e "Concordo" (30%), indicando uma opinião balanceada entre neutra e levemente positiva. 20% dos participantes "Discordam" e 20% "Totalmente Discordam", enquanto nenhum participante marcou "Totalmente Concordo", isso pode sugerir que, embora muitos participantes tenham algum grau de conhecimento sobre questões ambientais, uma parcela significativa ainda não se sente suficientemente informada.

Seguindo para compreensão dos participantes quanto a contribuição da TI para sustentabilidade (Questão 2), a maioria das respostas apontou "Concordo" (35%) e "Totalmente Concordo" (20%), indicando uma tendência positiva quanto a contribuição da TI na promoção da sustentabilidade. "Neutro" representa 25% e "Discordo" 20%, enquanto ninguém marcou "Totalmente Discordo", esses resultados podem mostrar que os participantes reconhecem em grande parte o papel que a TI pode desempenhar na sustentabilidade ambiental, embora ainda exista uma necessidade de maior conscientização para uma parcela dos respondentes.

Embora entendendo a importância da TI na promoção da sustentabilidade, na Questão 3 onde o participante responde se considera algum aspecto de eficiência energética ao escolher equipamentos de TI, as respostas coletadas mostram uma tendência mais negativa, com a maioria das respostas em "Discordo" (35%) e "Neutro" (35%) e apenas 20% "Concordam" e 10% "Totalmente Discordam", sem respostas em "Totalmente Concordo". Isso indica que a consideração da eficiência energética na escolha de equipamentos de TI ainda não é uma prioridade para muitos, refletindo que ainda se está na intenção e menos na ação, apontando uma área significativa para possíveis melhorias e campanhas de conscientização.

Sobre o conhecimento quanto ao descarte de lixo eletrônico (Questão 4), a maioria das respostas está em "Concordo" (35%) e "Neutro" (30%), indicando uma opinião levemente positiva. "Discordo" tem 20% e "Totalmente Concordo" 15%, enquanto ninguém marcou "Totalmente Discordo". Estes resultados podem sugerir que uma boa parte dos participantes está ciente dos métodos corretos de descarte de lixo eletrônico, mas ainda há espaço para trabalhar o tema das práticas corretas para os REEE.

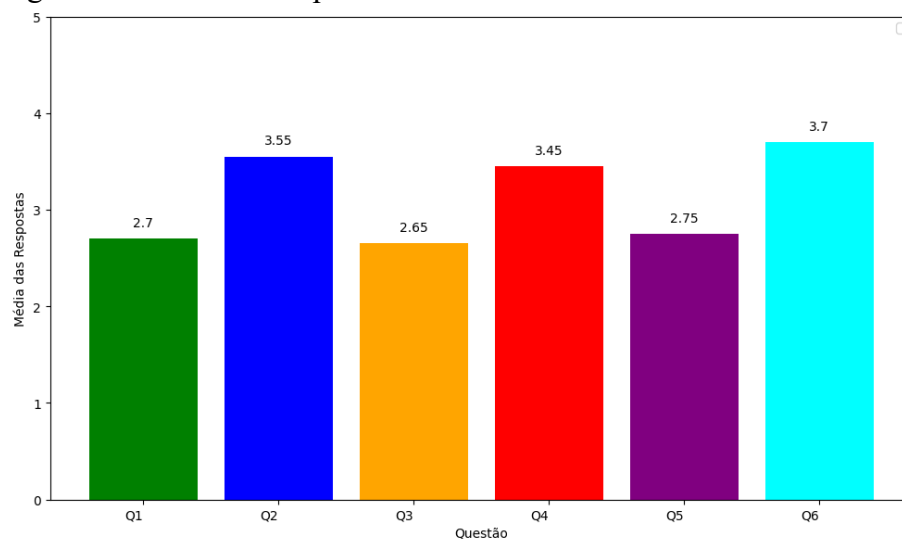
Quando verificado os problemas ambientais causados pelo descarte inadequado de equipamentos de TI (Questão 5), as respostas foram dispersas, com 30% "Neutro", 25% "Concordo", 20% "Discordo" e "Totalmente Discordo", e apenas 5% "Totalmente Concordo". Isso pode indicar uma diversidade de opiniões e níveis de conscientização, indicando que enquanto alguns estão cientes dos problemas ambientais causados pelo descarte inadequado de equipamentos de TI, porém muitos ainda não têm uma compreensão completa da gravidade do

problema. Isso revela uma área de interesse para campanhas de informação e conscientização e o curso desenvolvido neste estudo pode ser uma estratégia para modificação deste cenário.

Ao considerar a crença na contribuição pessoal para conservação ambiental escolhendo tecnologias mais sustentáveis (Questão 6), a maioria dos participantes escolheu "Concordo" (35%) e "Totalmente Concordo" (25%), indicando uma tendência positiva, o "Neutro" representou 25% e "Discordo" 15%, enquanto ninguém marcou "Totalmente Discordo". Trata-se de um resultado encorajador, mostrando que muitos participantes acreditam em seu potencial de contribuir para a conservação ambiental ao escolher tecnologias mais sustentáveis. Uma motivação que deve ser encorajada para se concretizar como efetiva ação.

Embora nesta primeira análise exista uma compreensão e conscientização moderadas sobre a interseção de TI e sustentabilidade, ainda há espaço para melhorias significativas. Os dados revelam que, enquanto questões como o uso de TI para sustentabilidade e a contribuição pessoal para conservação ambiental são percebidas positivamente pela maioria dos participantes, aspectos como eficiência energética e descarte adequado de equipamentos de TI mostram uma necessidade de maior atenção. Ao agrupar o conjunto de respostas de cada questão e calcular a média destas, observa-se que estas variam entre 2.65 e 3.7 (Figura 8) dentro na escala de 1 a 5, caracterizando um nível de conhecimento geral dos temas explorados tendendo mais ao neutro (3). Esses resultados apontam para uma lacuna educacional que pode ser suprida através de formações específicas e direcionadas, revelando a pertinência na oferta de um curso como o proposto aqui.

Figura 8 - Média das respostas advindas do instrumento de coleta inicial



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

4.2.2 Utilizando a plataforma

Em um segundo momento, após o uso da plataforma durante a oficina, foram coletadas as respostas às perguntas. A seguir são apresentadas as respostas as Perguntas 1 e 2: **"Você acha a abordagem das questões ambientais importante? Com base na resposta anterior, justifique sua resposta em uma frase"** sintetizadas em sete categorias (Quadro 4).

Quadro 4 – Categorias identificadas nas respostas das perguntas 1 e 2

Categorias Identificadas	Respostas
Importância da Preservação Ambiental	P1: "Pois é importante preservar o meio em que a gente vive." P13: "É importante conservar o presente para termos um futuro." P20: "Para nossa espécie viver de forma saudável, manter o planeta em condições ideais é crucial."
Impacto Global e Ações Coordenadas	P2: "É de suma importância por diversos motivos, que abrangem aspectos ecológicos, sociais, econômicos e de saúde pública. A abordagem das questões ambientais exige ações integradas e coordenadas em nível local, nacional e global, envolvendo governos, empresas e cidadãos." P4: "Sim pois estamos em fase de combustão global, e se tivéssemos passado a cuidar e prevenir essa fase, não estaríamos nela ou retardaríamos. Com isso, tomar atitudes de preservação poderemos minimizar os impactos desse fenômeno, ou retardar os impactos da próxima fase." P17: "O mundo hoje caminha para um futuro incerto, mas não dá para negar que dados e análises mostram que o mundo está ficando cada vez mais quente. Logo estaremos passando por uma crise climática e as grandes potências que poderiam fazer a diferença não estão de fato interessadas em resolver esse problema."
Necessidade de Conscientização e Debate	P3: "Sim, por causa das trocas de ideias e formas de como deveria funcionar." P7: "Muitos problemas ambientais poderiam ser reduzidos ou até mesmo solucionados se houvesse um maior debate acerca desse assunto." P11: "Para fazer o uso da conscientização." P15: "Os debates sobre as questões ambientais ajudam a gerar ideias e soluções para combater desastres naturais e poluição em diversos ambientes no planeta Terra."
Impactos Ambientais	P5: "Se esquentar muito, ninguém aguenta." P6: "É sempre importante abordar as questões ambientais porque frequentemente estamos retirando recursos da natureza para evoluir tecnologicamente." P9: "Problemas ambientais afetam diretamente a temperatura e a fauna local da região."
Sustentabilidade como Transformação	P10: "Sustentabilidade muda o mundo." P12: "SUSTENTABILIDADE." P16: "É importante compreender o impacto ambiental para a sustentabilidade da natureza humana."
Futuro e Planejamento Sustentável	P8: "Traz uma ideia do que se espera do futuro e o que se pode prevenir com os avanços humanos sobre a terra." P18: "Delinear e planificar a sustentabilidade ambiental é prevenir problemas futuros."
Negligência das Questões Ambientais	P19: "Pois as questões ambientais são menosprezadas."

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A análise de conteúdo das respostas dos 20 estudantes participantes deste encontro revelou com destaque a importância da preservação ambiental para a sobrevivência e qualidade de vida, representando exatamente 15% das respostas dos participantes ($n=20$). Eles sugerem a necessidade de manter o meio ambiente saudável para garantir um futuro sustentável. As

contribuições refletem uma preocupação com o ambiente imediato e o legado para as futuras gerações, como pode-se verificar nos relatos a seguir:

"Pois é importante preservar o meio em que a gente vive" (P1), indicando uma consciência sobre a interdependência entre humanos e natureza.

"É importante conservar o presente para termos um futuro" (P13) reforçando a ideia ao afirmar ressaltando a necessidade de ações atuais para garantir a sustentabilidade futura.

"Para nossa espécie viver de forma saudável, manter o planeta em condições ideais é crucial," (P20), destaca sublinhando a ligação entre um ambiente saudável e a qualidade de vida humana.

Há um reconhecimento de que os problemas ambientais são globais e que a solução requer a cooperação entre diferentes níveis de governo, setores e nações. A urgência em lidar com a crise climática também é enfatizada, com uma visão clara da complexidade e da escala das questões ambientais, ressaltando a necessidade de liderança e responsabilidade global para enfrentar esses desafios de forma eficaz, como verifica-se a partir dos seguintes relatos:

"É de suma importância por diversos motivos, que abrangem aspectos ecológicos, sociais, econômicos e de saúde pública. A abordagem das questões ambientais exige ações integradas e coordenadas em nível local, nacional e global, envolvendo governos, empresas e cidadãos." (P2)

"Sim pois estamos em fase de combustão global, e se tivéssemos passado a cuidar e prevenir essa fase, não estaríamos nela ou retardaríamos. Com isso, tomar atitudes de preservação poderemos minimizar os impactos desse fenômeno, ou retardar os impactos da próxima fase."(P4)

"O mundo hoje caminha para um futuro incerto, mas não dá para negar que dados e análises mostram que o mundo está ficando cada vez mais quente. Logo estaremos passando por uma crise climática e as grandes potências que poderiam fazer a diferença não estão de fato interessadas em resolver esse problema." (P17)

A conscientização e o debate são considerados essenciais para a implementação de soluções ambientais, representando 20% das intenções dos participantes. Os participantes acreditam que discutir e educar sobre questões ambientais pode levar a mudanças significativas:

"Sim, por causa das trocas de ideias e formas de como deveria funcionar." (P3)

"Muitos problemas ambientais poderiam ser reduzidos ou até mesmo solucionados se houvesse um maior debate acerca desse assunto." (P7)

"Para fazer o uso da conscientização" (P11), enfatiza destacando a importância de educar e sensibilizar as pessoas sobre as questões ambientais.

"Os debates sobre as questões ambientais ajudam a gerar ideias e soluções para combater desastres naturais e poluição em diversos ambientes no planeta Terra", (P15) promovendo uma maior compreensão e ação coletiva em prol do meio ambiente.

Os impactos negativos do uso inadequado dos recursos naturais e das tecnologias são evidenciados por 15% dos participantes. Problemas como o aquecimento global e a perda de biodiversidade são mencionados como consequências diretas:

"Se esquentar muito, ninguém aguenta." (P5)

"É sempre importante abordar as questões ambientais porque frequentemente estamos retirando recursos da natureza para evoluir tecnologicamente." (P6)

"Problemas ambientais afetam diretamente a temperatura e a fauna local da região", (P9) menciona sublinhando a importância de abordar essas questões para proteger a biodiversidade e os ecossistemas.

A sustentabilidade é vista por 15% dos participantes como uma força transformadora que pode mudar o mundo, que destacam a importância de práticas sustentáveis para o bem-estar humano e ambiental:

"Sustentabilidade muda o mundo", (P10) sugerindo uma visão otimista sobre o impacto positivo de práticas sustentáveis.

"SUSTENTABILIDADE", (P12) enfatiza-a como um conceito poderoso e abrangente.

"É importante compreender o impacto ambiental para a sustentabilidade da natureza humana", (P16) reforça sugerindo uma abordagem educacional e consciente para promover práticas sustentáveis.

10% dos participantes apontam que planejar para o futuro é considerado urgente para evitar problemas ambientais maiores. A visão de longo prazo e a prevenção são temas recorrentes:

"Traz uma ideia do que se espera do futuro e o que se pode prevenir com os avanços humanos sobre a terra." (P8)

"Delinear e planificar a sustentabilidade ambiental é prevenir problemas futuros", (P18) destacando a importância de uma abordagem proativa e preventiva para a gestão ambiental.

Há uma percepção, por 5% dos participantes, de que as questões ambientais não recebem a devida atenção e que isso pode agravar os problemas existentes: P19 menciona: *"Pois as questões ambientais são menosprezadas,"* sugerindo uma necessidade urgente de elevar o nível de prioridade dessas questões nas agendas políticas e sociais. A falta de atenção pode

levar ao agravamento dos problemas ambientais, ressaltando a importância de uma conscientização e ação mais efetivas.

Foram encontradas seis categorias identificadas a partir das respostas a Pergunta 3: **"Quais as conexões existentes entre sustentabilidade e o uso das Tecnologias da Informação (TI)?"** (Quadro 5).

Quadro 5 – Categorias identificadas nas respostas da pergunta 3

Categorias Identificados	Respostas
Eficiência Energética e Redução de Consumo	P1: " <i>Home office</i> , pra não gastar gasolina e poluir o ar. Propagação de aulas e cursos gratuitos que fornecem várias capacitações de forma mais acessível. <i>Softwares</i> de gestão e redução de energia, para economia e menos gasto de eletricidade.", P2: "Eficiência Energética, Gestão de Recursos...", P10: "A tecnologia da informação é muito benéfica para a melhoria e a manutenção da sustentabilidade...", P19: "A tecnologia pode ajudar com o meio ambiente poupando recursos ou energia.", P20: "Desde um melhor controle sobre o consumo energético dos dispositivos eletrônicos..."
Desmaterialização e Economia Circular	P2: "Desmaterialização, Economia Circular...", P8: "Com o uso das tecnologias, pode-se auxiliar no desenvolvimento de soluções práticas e benéficas para a sociedade.", P13: "Com o avanço tecnológico se faz necessário a otimização de tecnologias tornando-as adaptáveis e eficientes...", P20: "...composição de equipamentos, componentes, etc, mais duráveis e mais fáceis de reciclar."
Monitoramento e Atualização de Dados Ambientais	P2: "Monitoramento Ambiental...", P5: "Análise de dados ambientais.", P9: "Uso de informações para a coleta de dados ambientais.", P12: "ATUALIZAÇÕES DE DADOS AMBIENTAIS.", P14: "TI pode ser usado em sistemas de mapeamento, controle...", P18: "Por meio do TI é possível criar um panorama de soluções capaz de ajudar e prevenir problemas ambientais..."
Educação e Conscientização	P2: "Educação e Conscientização...", P11: "Além de proporcionar que as informações desejadas sejam passadas, com facilidade e acessibilidade.", P1: "Propagação de aulas e cursos gratuitos que fornecem várias capacitações de forma mais acessível."
Impactos Ambientais Negativos	P7: "A produção dos equipamentos e o seu descarte, se mal feitos, geram danos ao meio ambiente.", P15: "O uso das tecnologias de informação é um forte aliado ao tema de sustentabilidade, que trabalha a ideia de combater o gasto excessivo de recursos naturais e seus resultados negativos à natureza.", P16: "Ao analisar o ecossistema da natureza, podemos aplicar em ecossistema da nossa tecnologia..."
Desenvolvimento Sustentável	P2: "Agricultura Sustentável, Transporte Sustentável...", P17: "A possibilidade de contribuição com o desenvolvimento sustentável, que favoreça tanto o desenvolvimento tecnológico humano de forma que esteja atrelada com a sustentabilidade."

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Assim, para 25% dos participantes, a TI pode ser uma ferramenta crucial na promoção da eficiência energética e na redução do consumo de recursos naturais, onde práticas como o *home office* ajudam a diminuir a necessidade de deslocamento, reduzindo o consumo de combustíveis fósseis e a poluição do ar. A gestão energética por meio de *software* especializado também foi apontada como forma de controle otimizado do uso de eletricidade, promovendo economia e reduzindo desperdícios.

"Home office, pra não gastar gasolina e poluir o ar. Propagação de aulas e cursos gratuitos que fornecem várias capacitações de forma mais acessível. Softwares de gestão e redução de energia, para economia e menos gasto de eletricidade." (P1)

"Eficiência Energética, Gestão de Recursos..." (P2) destaca a importância destas três estratégias.

"a tecnologia da informação é muito benéfica para a melhoria e a manutenção da sustentabilidade..." (P10)

"a tecnologia pode ajudar com o meio ambiente poupando recursos ou energia." (P19)

"melhor controle sobre o consumo energético dos dispositivos eletrônicos..." (P20)

Outros 20% dos participantes acreditam que a TI pode promover a desmaterialização de processos e a economia circular, envolvendo a redução do uso de materiais físicos, como papel, por meio da digitalização de documentos e processos, além de focar na criação de produtos mais duráveis e recicláveis para minimizar desperdícios e o impacto ambiental, como destacado a seguir:

"Desmaterialização, Economia Circular...", enquanto P8 apontou que *"com o uso das tecnologias, pode-se auxiliar no desenvolvimento de soluções práticas e benéficas para a sociedade." (P2)*

Necessidade de *"otimização de tecnologias tornando-as adaptáveis e eficientes..." (P13)*

"composição de equipamentos, componentes, etc., mais duráveis e mais fáceis de reciclar." (P20)

O uso para monitoramento e atualização de dados ambientais foi destacado por 30% dos participantes, que reconhecem que a TI permite o monitoramento contínuo e a atualização de dados ambientais, essenciais para a gestão eficiente dos recursos e a identificação precoce de problemas ambientais. O uso de sistemas de mapeamento e controle ambiental fornece dados críticos para a tomada de decisões informadas.

"Monitoramento Ambiental..." (P2)

"Análise de dados ambientais" (P5)

"Uso de informações para a coleta de dados ambientais." (P9)

"ATUALIZAÇÕES DE DADOS AMBIENTAIS" (P12)

"Sistemas de mapeamento, controle...", (P14) enfatiza o uso da TI nessas atividades.

"... por meio do TI é possível criar um panorama de soluções capaz de ajudar e prevenir problemas ambientais...". (P18)

A educação e conscientização foi mencionada por 15% dos participantes, que destacaram como a TI facilita a disseminação de informações e a educação sobre sustentabilidade, tornando o acesso ao conhecimento mais fácil e acessível, permitindo que mais pessoas tenham acesso sobre práticas sustentáveis.

"Educação e Conscientização..." (P2)

"proporciona que as informações desejadas sejam passadas, com facilidade e acessibilidade." (P11)

"propagação de aulas e cursos gratuitos que fornecem várias capacitações de forma mais acessível." (P1)

15% dos participantes destacaram os impactos negativos, danos ambientais causados pela produção e descarte inadequados de equipamentos de TI, dando ênfase na fabricação de dispositivos eletrônicos, onde frequentemente envolve processos prejudiciais ao meio ambiente, e o descarte inadequado desses dispositivos pode resultar em poluição e desperdício de recursos.

"a produção dos equipamentos e o seu descarte, se mal-feitos, geram danos ao meio ambiente." (P7)

"o uso das tecnologias de informação é um forte aliado ao tema de sustentabilidade, que trabalha a ideia de combater o gasto excessivo de recursos naturais e seus resultados negativos à natureza." (P15)

"ao analisar o ecossistema da natureza, podemos aplicar em ecossistema da nossa tecnologia...". (P16) fazendo uma analogia com a natureza.

Desenvolvimento Sustentável foi mencionado apenas por 10% dos participantes, que veem a TI como uma aliada no desenvolvimento sustentável, apoiando práticas agrícolas, de transporte e outras cruciais para a sustentabilidade, ajudando a otimizar processos e reduzir o impacto ambiental em diversas áreas.

"Agricultura Sustentável, Transporte Sustentável..." (P2)

"a possibilidade de contribuição com o desenvolvimento sustentável, que favoreça tanto o desenvolvimento tecnológico humano de forma que esteja atrelada com a sustentabilidade." (P17).

A seguir apresenta-se as oito categorias de ações apontadas como importantes na escolha de equipamento de TI relacionadas a sustentabilidade reveladas pelo questionamento a partir da Pergunta 4: **"Quais as ações que você acha importante ter na escolha de equipamentos de TI visando a sustentabilidade ambiental?"**

Quadro 6 – Categorias identificadas nas respostas da pergunta 4

Categorias Identificadas	Respostas
Eficiência Energética e Certificações	P1: "Qualidade de energia, duração e qualidade, sustentabilidade.", P2: "Certificações de eficiência energética, como Energy Star...", P16: "...optando por equipamento com economia de energia...", P20: "Um equipamento que possua melhor consumo/eficiência dentro do orçamento do consumidor."
Durável e Atualizável	P2: "Durabilidade e Qualidade, Modularidade e Atualizabilidade...", P17: "A possibilidade de upgrades em máquinas que estendam sua vida útil...", P15: "...com duração de vida útil maior."
Materiais Sustentáveis e Reciclagem	P2: "Materiais Sustentáveis, Ciclo de Vida do Produto...", P6: "Equipamentos feitos de material reciclado...", P13: "Componentes/projetos baseados em itens recicláveis.", P3: "A ideia de restauração ou reciclagem...", P17: "...Além da reciclagem desses materiais.", P15: "Escolher equipamentos recicláveis...", P8: "Uso de produtos e materiais que não sejam tão maléficos na natureza."
Descarte e Gestão de Resíduos Eletrônicos	P2: "Gestão de Resíduos Eletrônicos...", P15: "...fazer o descarte correto do lixo eletrônico produzido por esses equipamentos."
Monitoramento Ambiental e Controle de Impactos	P9: "Controle de focos de incêndio na floresta, monitoramento para prevenir o desmatamento...", P12: "CONTROLE DE QUEIMADAS.", P19: "Algum sistema que controle os recursos ou o desmatamento."
Consciência e Educação Ambiental	P2: "Educação e Treinamento...", P10: "Ter uma consciência do uso do equipamento específico...", P11: "Para a preservação do meio ambiente..."
Integração Científica e Tecnológica	P18: "Integrar estudos científicos e tecnológicos para desenvolver interfaces de equipamentos capazes de ser sustentável..."
Propósito e Adequação de Uso	P20: "Primeiramente a finalidade do equipamento, para uso doméstico, para pesquisa, processamento e armazenamento de dados..."

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A eficiência energética e certificações foram as ações mais destacadas, com 20% dos participantes ressaltando a importância de utilizar equipamentos que possuam certificações de eficiência, como *Energy Star*, refletindo uma preocupação significativa com a redução do consumo de energia e a promoção da sustentabilidade.

"Qualidade de energia, duração e qualidade, sustentabilidade" (P1)

"Certificações de eficiência energética, como Energy Star...". (P2)

escolha por "equipamento com economia de energia" (P16)

"um equipamento que possua melhor consumo/eficiência dentro do orçamento do consumidor." (P20)

Esses comentários sublinham uma clara preferência por tecnologias que não só cumpram suas funções de maneira eficaz, mas que também reduzam o impacto ambiental.

Durável e Atualizável foram citadas por 15% dos participantes. O pensamento de prolongar a vida útil e reduzir o lixo eletrônico mantendo a possibilidade de atualização/*upgrade* dos equipamentos de TI são ações apontadas por este grupo. Estas percepções indicam possibilidades para a redução de resíduos tecnológicos.

"Durabilidade e Qualidade, Modularidade e Atualizabilidade..." (P2)

"a possibilidade de upgrades em máquinas que estendam sua vida útil..." (P17)

equipamentos *"...com duração de vida útil maior." (P15)*

Outra ação mencionada por 35% dos participantes, foi o uso de materiais sustentáveis e reciclagem. Os participantes enfatizaram a importância de escolher equipamentos feitos de materiais recicláveis e a relevância da reciclagem para minimizar impactos ambientais.

"Materiais Sustentáveis, Ciclo de Vida do Produto..." (P2)

"A ideia de restauração ou reciclagem..." (P3)

"Equipamentos feitos de material reciclado..." (P6)

"Uso de produtos e materiais que não sejam tão maléficos na natureza." (P8)

"Componentes/projetos baseados em itens recicláveis" (P13)

"Escolher equipamentos recicláveis..." (P15)

"Além da reciclagem desses materiais" (P17)

A gestão adequada do descarte de resíduos eletrônicos é outra preocupação abordada por apenas 10% dos participantes, eles destacam a necessidade de práticas responsáveis para evitar a poluição causada pelo lixo eletrônico.

"Gestão de Resíduos Eletrônicos..." (P2)

"...fazer o descarte correto do lixo eletrônico produzido por esses equipamentos." (P15)

Já a utilização de TI para monitoramento ambiental e controle de impactos negativos, como desmatamento e queimadas, foi mencionada por 15% dos participantes como uma ação

importante para a sustentabilidade, é uma linha de pensamento onde a tecnologia pode desempenhar um papel crucial na gestão ambiental, ajudando a monitorar e mitigar os impactos adversos.

"Controle de focos de incêndio na floresta, monitoramento para prevenir o desmatamento..." (P9)

"CONTROLE DE QUEIMADAS" (P12)

"Algum sistema que controle os recursos ou o desmatamento." (P19)

Mencionados por 15% dos participantes, a conscientização e a educação sobre o uso dos equipamentos de TI foram vistas como passos relevantes para promover práticas sustentáveis.

"Educação e Treinamento..." (P2)

"ter uma consciência do uso do equipamento específico..." (P10)

"para a preservação do meio ambiente..." (P11)

Essas observações nos direcionam para necessidade de programas educativos que informem os estudantes sobre os impactos ambientais dos equipamentos de TI e a promoção do uso consciente e sustentável da tecnologia.

A integração de estudos científicos e tecnológicos no desenvolvimento de equipamentos sustentáveis foi sugerida por somente 5% dos participantes, mostrando uma visão avançada sobre a necessidade de inovação tecnológica alinhada à sustentabilidade.

"integrar estudos científicos e tecnológicos para desenvolver interfaces de equipamentos capazes de ser sustentável..." (P18)

A adequação do equipamento ao seu propósito específico também foi mencionado por apenas 5% dos participantes, destacando a importância de escolher equipamentos que atendam às necessidades sem exagerar no consumo de recursos, sendo adequados às suas funções e evitando desperdícios.

"Primeiramente, a finalidade do equipamento, seja para uso doméstico, para pesquisa, processamento e armazenamento de dados..." (P20).

Essa perspectiva é interessante e disruptiva, pois desafia a visão comum de que apenas "equipamentos de ponta" são sempre os melhores para qualquer necessidade, promovendo uma abordagem mais consciente e sustentável na escolha de tecnologias.

Quanto a forma de descarte do lixo oriundo das TI pode ajudar a promover práticas sustentáveis na escola, tivemos respostas agrupadas em seis categorias (Quadro 7).

Quadro 7 – Categorias identificadas nas respostas das perguntas 5 e 6

Temas Identificados	Respostas
Redução de Impactos Ambientais	P1: "Diminuição de resíduos tóxicos, reciclagem de materiais e a conscientização." P6: "Ajudamos a não contaminar o solo ou a água." P12: "MENOR IMPACTO AMBIENTAL." P19: "O descarte correto ameniza o impacto." P10: "O descarte de lixo eletrônico certo é essencial para a sustentabilidade."
Educação e Conscientização	P2: "Educação e conscientização, estabelecimento de políticas de descarte..." P8: "Com base nos ensinamentos iniciais, é que se criam bons hábitos para a vida futura." P13: "A conscientização pode ser um dos melhores métodos..." P15: "O exemplo e a educação acerca do tema..." P20: "Poderia servir para demonstrar a importância do descarte correto de lixo eletrônico."
Reciclagem e Reutilização	P3: "Com o uso inteligente desses recursos, a chance de melhorar é maior." P7: "Parte do material pode gerar dano à natureza caso seja mal descartado." P9: "Reaproveitar o lixo pode diminuir na 'mineração' dos materiais." P16: "Reaproveitar produtos e transformar em uma utilidade." P17: "Componentes funcionais que podem ser reciclados..." P18: "Alunos poderiam aproveitar peças que ainda funcionam da lixeira."
Prevenção da Poluição	P4: "Após o descarte incorreto e decomposição, se misturam e poluem." P6: "Cuidando do descarte de equipamentos que tem baterias..." P7: "Material pode gerar dano à natureza caso seja mal descartado."
Implementação de Práticas Sustentáveis	P2: "Estabelecimento de políticas de descarte, reciclagem de equipamentos, reutilização e doação, manutenção preventiva, redução de resíduos..." P14: "Ações de como fazer o descarte correto desse tipo de lixo ou até de como reciclar." P18: "Lixeiras com descartes de componentes eletrônicos ajudam a manter um ambiente limpo." P20: "Um ponto ou área para coletar esses resíduos dentro das escolas..."
Aceitação	P5: "É uma ideia vaga, estou aberto a aprovação." P11: "Pode sim."

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Redução de impactos ambientais emergiu como um dos temas mais destacados, com 25% dos participantes ressaltando a importância do descarte correto para a diminuição dos impactos ambientais, como a contaminação do solo e da água, e a redução de resíduos tóxicos.

"Diminuição de resíduos tóxicos, reciclagem de materiais e a conscientização" (P1)

"Ajudamos a não contaminar o solo ou a água." (P6)

"MENOR IMPACTO AMBIENTAL" (P12)

"O descarte correto ameniza o impacto," (P19)

"O descarte de lixo eletrônico certo é essencial para a sustentabilidade." (P10).

Educação e conscientização também foi uma categoria que emergiu das respostas de 25% dos participantes. Assim como já apontado na questão anterior, a educação e a conscientização foram vistas como ferramentas essenciais para promover práticas sustentáveis.

"Educação e conscientização, estabelecimento de políticas de descarte..." (P2)

"Com base nos ensinamentos iniciais, é que se criam bons hábitos para a vida futura." (P8)

"A conscientização pode ser um dos melhores métodos..." (P13)

"O exemplo e a educação acerca do tema..." (P15)

A educação *"poderia servir para demonstrar a importância do descarte correto de lixo eletrônico."* (P20).

Reciclagem e Reutilização foram mencionadas, com 30% dos participantes destacando a importância da reciclagem e da reutilização de componentes eletrônicos, com objetivo de reduzir a necessidade de extração de novos recursos e prolongar a vida útil dos equipamentos.

"Com o uso inteligente desses recursos, a chance de melhorar é maior." (P3)

"Parte do material pode gerar dano à natureza caso seja mal descartado." (P7)

"Reaproveitar o lixo pode diminuir na 'mineração' dos materiais" (P9)

"Reaproveitar produtos e transformar em uma utilidade." (P16)

"Componentes funcionais que podem ser reciclados..." (P17)

"Alunos poderiam aproveitar peças que ainda funcionam da lixeira." (P18)

Prevenção da poluição, foi mencionada por 15% dos participantes reconhecendo que o descarte inadequado de componentes eletrônicos pode resultar em danos ambientais significativos.

"Após o descarte incorreto e decomposição, se misturam e poluem." (P4)

"Cuidar do descarte de equipamentos que têm baterias..." (P6)

"Material pode gerar dano à natureza caso seja mal descartado." (P7)

Implementação de práticas sustentáveis foi sugerida por 20% dos participantes como uma medida prática para promover a sustentabilidade com políticas de descarte, pontos de coleta e ações de reciclagem, sugeridas como medidas práticas para promover a sustentabilidade na escola, como destacado a seguir:

"estabelecimento de políticas de descarte, reciclagem de equipamentos, reutilização e doação, manutenção preventiva, redução de resíduos..." (P2)

"ações de como fazer o descarte correto desse tipo de lixo ou até de como reciclar." (P14)

"lixeiras com descartes de componentes eletrônicos ajudam a manter um ambiente limpo" (P18)

"um ponto ou área para coletar esses resíduos dentro das escolas...". (P20)

Quanto a aceitação da ideia de promover práticas sustentáveis através do cuidado com o descarte de lixo eletrônico, 10% dos participantes apontaram essa possibilidade, entretanto isso pode denotar haver a necessidade de mais informações e clareza sobre as ações específicas. P5 mencionou *"é uma ideia vaga, estou aberto a aprovação"*, enquanto P11 afirmou *"pode sim"*.

Dentre as categorias de problemas ambientais levantados a partir da Pergunta 7: **"Quais os problemas ambientais causados pelo uso de TI?"** (Quadro 8) o descarte e poluição de lixo eletrônico foi destacado por 35% dos participantes.

Quadro 8 – Categorias identificadas nas respostas da pergunta 7

Categorias Identificadas	Respostas
Descarte e Poluição de Lixo Eletrônico	P8: "Descarte exagerado de lixo eletrônico. Materiais que não se decompõem com facilidade e possuem longa duração de meia-vida." P9: "O descarte indevido de lixo eletrônico aumenta a concentração de lixo no planeta." P12: "DESCARTE INCORRETO DE LIXO ELETRONICO." P13: "Descarte de lixo eletrônico no meio ambiente ocasionando problemas ambientais graves." P14: "Lixo, contaminação do ambiente devido aos componentes eletrônicos." P15: "Poluição da água, do ar em caso de queimadas do lixo." P18: "A maioria do lixo de componentes eletrônicos não são reciclados e possuem descartes incorretos acarretando poluições terrestres, aquáticas, entre outros."
Degradação e Esgotamento de Recursos Naturais	P1: "Degradação de recursos naturais, descarte errado de substâncias tóxicas e metais pesados." P4: "Muitos equipamentos utilizam uma matéria-prima cuja extração prejudica o meio ambiente." P6: "A fabricação dos equipamentos gera mais retirada de recursos naturais." P7: "Males gerados pela extração de minerais." P9: "Intensificação da extração de metais como cobre e ouro." P16: "Maior consumo dos recursos naturais." P19: "Esgotamento de recursos."
Consumo de Energia e Emissões de Poluentes	P1: "Queima de combustíveis fósseis na produção de energia." P2: "Alto consumo de energia, aumento da pegada de carbono." P3: "Liberação de gases pelas baterias." P6: "Queima de combustível." P10: "Aumento da poluição do ar e sonora." P17: "O uso da energia elétrica, mas ainda pode melhorar com o uso da energia solar." P20: "Grande demanda energética do setor da TI."
Poluição Geral	P2: "Poluição, descarte inadequado, impactos na saúde humana." P3: "Poluição." P7: "Poluição dos oceanos com o plástico gerado." P11: "Poluição ambiental." P15: "Diluição de compostos químicos na terra."
Impactos na Saúde Humana	P2: "Impactos na saúde humana." P10: "Uso inadequado de tecnologias para extração de matérias-primas."
Outros	P5: "Não sei."

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Como pode-se verificar a seguir, eles enfatizam o impacto negativo do descarte inadequado de componentes eletrônicos.

"descarte exagerado de lixo eletrônico, materiais que não se decompõem com facilidade e possuem longa duração de meia-vida." (P8)

"o descarte indevido aumenta a concentração de lixo no planeta." (P9)

"descarte incorreto de lixo eletrônico." (P12)

"problemas ambientais graves devido ao descarte no meio ambiente." (P13)

"contaminação do ambiente devido aos componentes eletrônicos" (P14)

"poluição da água e do ar em casos de queimadas do lixo." (P15)

"a maioria do lixo eletrônico não é reciclada e possui descartes incorretos, acarretando poluições terrestres e aquáticas." (P18)

Degradação e esgotamento de recursos naturais também são amplamente reconhecidos como consequências negativas do setor de tecnologia, 35% dos participantes expressaram preocupação com a extração intensiva de recursos naturais necessários para a fabricação de equipamentos de TI.

"degradação de recursos naturais e o descarte errado de substâncias tóxicas e metais pesados." (P1)

"muitos equipamentos utilizam matéria-prima cuja extração prejudica o meio ambiente" (P4)

"a fabricação gera mais retirada de recursos naturais." (P6)

"males gerados pela extração de minerais" (P7)

"esgotamento de recursos..." (P9)

"maior consumo de recursos naturais." (P16)

"...esgotamento de recursos" como uma consequência direta da atividade industrial. (P19)

O consumo de energia e as emissões de poluentes são questões que novamente 35% dos participantes reconhecem como prejudiciais ao ambiente, o alto consumo energético e as emissões de poluentes foram apontados como impactos adversos.

"queima de combustíveis fósseis na produção de energia" (P1)

"alto consumo de energia e o aumento da pegada de carbono." (P2)

"liberação de gases pelas baterias" (P3)

"queima de combustível." (P6)

"aumento da poluição do ar e sonora" (P10)

"o uso de energia elétrica pode ser melhorado com o uso da energia solar." (P17)

"grande demanda energética do setor da TI." (P20)

A poluição geral causada pelo uso de tecnologia é amplamente reconhecida pelos participantes como uma preocupação significativa para 25% deles:

"poluição e o descarte inadequado com impactos na saúde humana" (P2)

"poluição" de forma geral (P3)

"poluição dos oceanos com o plástico gerado" (P7)

"poluição ambiental" como um resultado direto das atividades industriais (P11)

"diluição de compostos químicos na terra." (P15)

Apenas 10% dos participantes destacaram os impactos na saúde humana causados pela poluição e pelo uso inadequado de tecnologias, enfatizando a necessidade de práticas industriais que minimizem esses efeitos ao longo do ciclo de vida dos produtos tecnológicos. P2 enfatizou os *"impactos na saúde humana"*, enquanto P10 mencionou o *"uso inadequado de tecnologias na extração de matérias-primas"*.

Apenas 5% dos participantes do estudo não souberam ou optaram por não responder sobre os problemas ambientais causados pelo uso de Tecnologia da Informação (TI).

Quadro 9 – Categorias identificadas nas respostas da pergunta 8

Categorias Identificadas	Respostas
Educação e Conscientização	P1: "Me informando cada vez mais no assunto, buscando cada vez mais engajar em iniciativas e projetos envolvidos no uso de TI sustentáveis." P13: "Palestras instrucionais para se evitar o descarte incorreto, compartilhando os resultados de tal prática e instruindo estudantes ao descarte correto em pontos de coleta específicos." P15: "Posso aconselhar conhecidos e amigos acerca do tema, ir à palestras, divulgar eventos e dicas sobre o descarte correto de lixo eletrônico." P18: "Desenvolver algum conteúdo didático e interativo em alguma plataforma digital que possa chamar a atenção das pessoas para o tema pretendido." P20: "Desde o compartilhamento de boas práticas e informações até o uso eficiente dos equipamentos."
Reciclagem e Reaproveitamento	P3: "Reciclagem, administração dos equipamentos, higiene e cuidado." P4: "Ao invés do descarte de equipamentos com problemas ou velhos por um novo, investir na manutenção e conserto desses equipamento." P6: "Reaproveitar todas as peças boas de um equipamento de TI." P8: "Reciclar materiais e incentivar os próximos a ter a mesma ideia." P9: "Reaproveitamento de placas de circuito para produzir produtos com material reciclável." P14: "Fazendo descarte correto, reciclando." P17: "Em escala individual, descartar os eletrônicos corretamente e não trocar de celular todo ano já ajuda."
Descarte Correto	P7: "Ter cuidado com o lixo produzido e com a escolha do material das equipamentos que eu irei usar." P11: "Aprender a descartar corretamente e de forma sustentável." P19: "Descarte correto."

Pesquisa e Desenvolvimento	P5: "No momento, com o estudo e pesquisa." P10: "Com dados específicos, usando essas tecnologias é um bom ponto para se falar, além de outras ideias."
Eficiência e Sustentabilidade no Uso	P16: "Materiais sustentáveis, boas práticas, atentar a compra de somente o necessário, analisar o uso do pré e pós uso do equipamento."
Monitoramento	P12: "Atualização online de queimadas."

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Foi ressaltado a importância de educar e conscientizar sobre práticas sustentáveis no uso de TI, inclusive sendo apontada a importância de se informar cada vez mais sobre o assunto, engajar-se em iniciativas e projetos relacionados ao uso sustentável da TI, realização de palestras instrucionais para evitar o descarte incorreto e instruir estudantes sobre pontos de coleta específicos e o desenvolvimento de conteúdos didáticos e interativos em plataformas digitais, como o produto apresentado neste estudo.

"Me informando cada vez mais no assunto, buscando cada vez mais engajar em iniciativas e projetos envolvidos no uso de TI sustentáveis." (P1)

"Palestras instrucionais para se evitar o descarte incorreto, compartilhando os resultados de tal prática e instruindo estudantes ao descarte correto em pontos de coleta específicos." (P13)

"Posso aconselhar conhecidos e amigos acerca do tema, ir a palestras, divulgar eventos e dicas sobre o descarte correto de lixo eletrônico." (P15)

"Desenvolver algum conteúdo didático e interativo em alguma plataforma digital que possa chamar a atenção das pessoas para o tema pretendido." (P18)

"Desde o compartilhamento de boas práticas e informações até o uso eficiente dos equipamentos." (P20).

Reciclagem e reaproveitamento foi apontada por 35% dos participantes, que enfatizaram a importância da reciclagem e reaproveitamento de componentes de TI, sugerindo o investimento na manutenção e conserto de equipamentos em vez do descarte e o reaproveitamento de peças e componentes.

"Reciclagem, administração dos equipamentos, higiene e cuidado." (P3)

"Ao invés do descarte de equipamentos com problemas ou velhos por um novo, investir na manutenção e conserto desses equipamentos." (P4)

"Reaproveitar todas as peças boas de um equipamento de TI." (P6)

"Reciclar materiais e incentivar os próximos a ter a mesma ideia." (P8)

"Reaproveitamento de placas de circuito para produzir produtos com material reciclável." (P9)

"Fazendo descarte correto, reciclando." (P14)

"Em escala individual, descartar os eletrônicos corretamente e não trocar de celular todo ano já ajuda." (P17)

Descarte correto foi mencionado por 15% dos participantes, que ressaltaram a importância do descarte correto de lixo eletrônico para a conservação ambiental, destacando entre outras ações o cuidado com o lixo produzido e a escolha dos materiais.

"Ter cuidado com o lixo produzido e com a escolha do material dos equipamentos que eu irei usar." (P7)

"Aprender a descartar corretamente e de forma sustentável." (P11)

"Descarte correto." (P19)

Pesquisa e desenvolvimento foi identificada por 10% dos participantes como uma área importante para encontrar novas maneiras de usar TI de forma sustentável, sendo mencionado a importância do estudo e pesquisa contínua para discutir e desenvolver novas ideias.

"No momento, com o estudo e pesquisa." (P5)

"Com dados específicos, usando essas tecnologias é um bom ponto para se falar, além de outras ideias." (P10)

Eficiência e sustentabilidade no uso foi mencionada por apenas 5% dos participantes, que destacaram a importância do uso eficiente e sustentável dos equipamentos de TI, sendo apontada como sugestão a escolha de materiais sustentáveis e a prática de boas práticas de consumo

"Materiais sustentáveis, boas práticas, atentar a compra de somente o necessário, analisar o uso do pré e pós uso do equipamento." (P16)

Monitoramento, mencionado também por 5% dos participantes, foi apontado como uma forma prática de contribuir para a conservação ambiental destacando a utilização de TI para a atualização online de dados sobre queimadas:

"Atualização online de queimadas." (P12)

Os resultados do estudo de Nunes, França & Paiva (2017) indicaram que a intervenção de educação ambiental teve um impacto positivo no conhecimento e interesse dos estudantes em relação à biodiversidade da Caatinga. Houve um aumento significativo no percentual de respostas corretas no pós-teste em comparação com o pré-teste, especialmente entre os participantes altamente engajados e houve uma melhoria no interesse dos estudantes em adotar

atitudes conservacionistas após a intervenção, demonstrando que os estudantes retiveram o conhecimento adquirido durante as atividades de campo e o workshop.

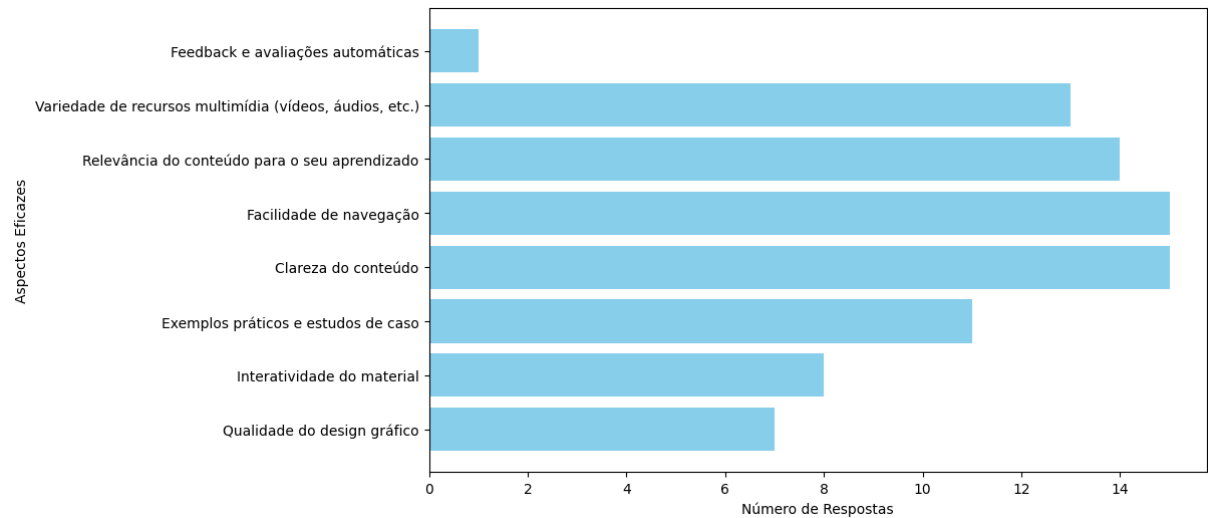
Este estudo corrobora com os achados apresentados na nossa pesquisa, onde os participantes ressaltam a necessidade de aprender e praticar o descarte sustentável para minimizar os impactos negativos ao meio ambiente. A educação e conscientização sobre práticas sustentáveis são vistas como fundamentais para promover um uso eficiente e sustentável de equipamentos de TI. Assim como no estudo de Nunes, França e Paiva (2017), nossos participantes demonstraram uma boa consciência sobre a importância do descarte correto de lixo eletrônico.

4.3 Validação

Baseado no instrumento apresentado no Quadro 3, para o momento de validação, em que perguntamos sobre características relacionadas ao produto educacional, principalmente no que tange as possibilidades de melhorias, permitimos que os participantes escolhessem mais de uma opção de resposta em 90% das questões. Essa abordagem nos permitiu captar uma gama ampla de percepções e preferências dos participantes, possibilitando uma análise mais rica e detalhada dos dados coletados, onde também contribuiu para a validação do produto educacional, ao fornecer *insights* valiosos sobre as perspectivas e comportamentos dos respondentes. Apresentamos então os resultados dessa análise, destacando os principais achados.

Quanto a manifestação dos aspectos do produto educacional que os 20 participantes da pesquisa consideraram mais eficaz, resultou em um total de 74 respostas, o que indica que, em média, cada participante selecionou aproximadamente 3,7 aspectos que considerou eficazes (Figura 9). Entre os aspectos mais destacados estão a clareza do conteúdo e a facilidade de navegação, ambos com 17,86%, seguidos pela relevância do conteúdo para o aprendizado, com 16,67% e variedade de recursos multimídia (vídeos e áudios), com 15,48%. Isso sugere que a simplicidade e a pertinência do conteúdo associada a diferentes formas de sua apresentação são cruciais para a eficácia do produto educacional.

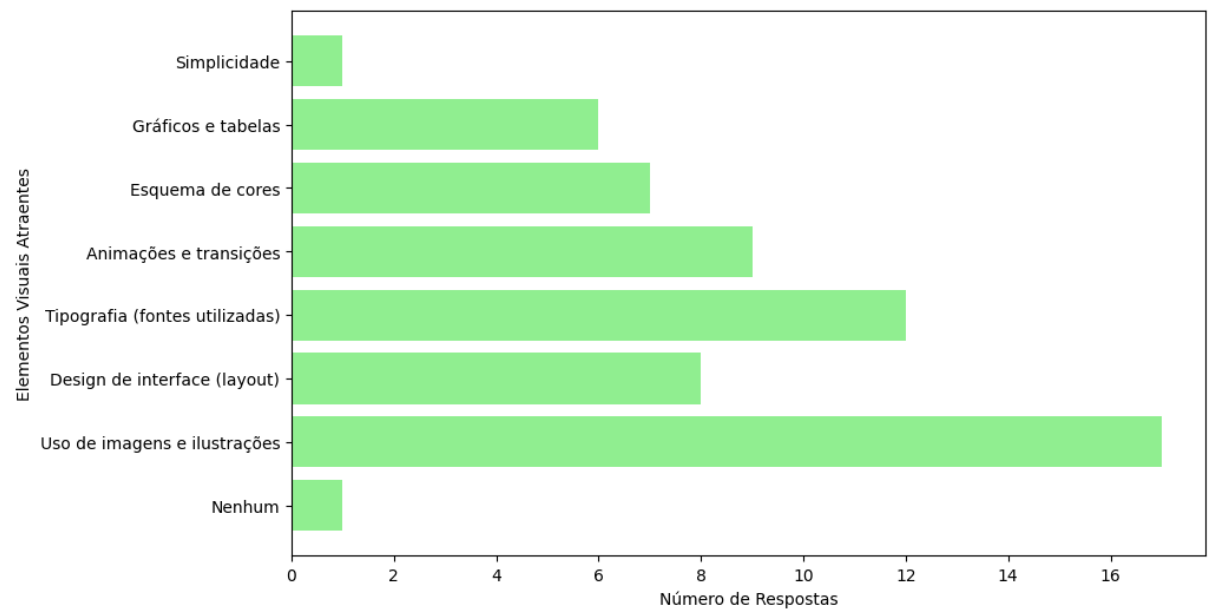
Figura 9 – Aspectos mais Eficazes do Produto Educacional



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Em relação aos elementos visuais do produto educacional considerados atraentes, foram contabilizadas um total de 52 respostas, resultando em uma média de 2,6 respostas por participante. O uso de imagens e ilustrações foi o elemento visual mais atraente, conforme indicado por 27,87% dos participantes. A tipografia também se destacou com 19,67%, seguida por animações e transições com 14,75% (Figura 10). Esses dados revelam a importância de elementos visuais de alta qualidade para engajar os usuários e melhorar a experiência de aprendizado.

Figura 10 – Elementos Visuais Atraentes do Produto Educacional

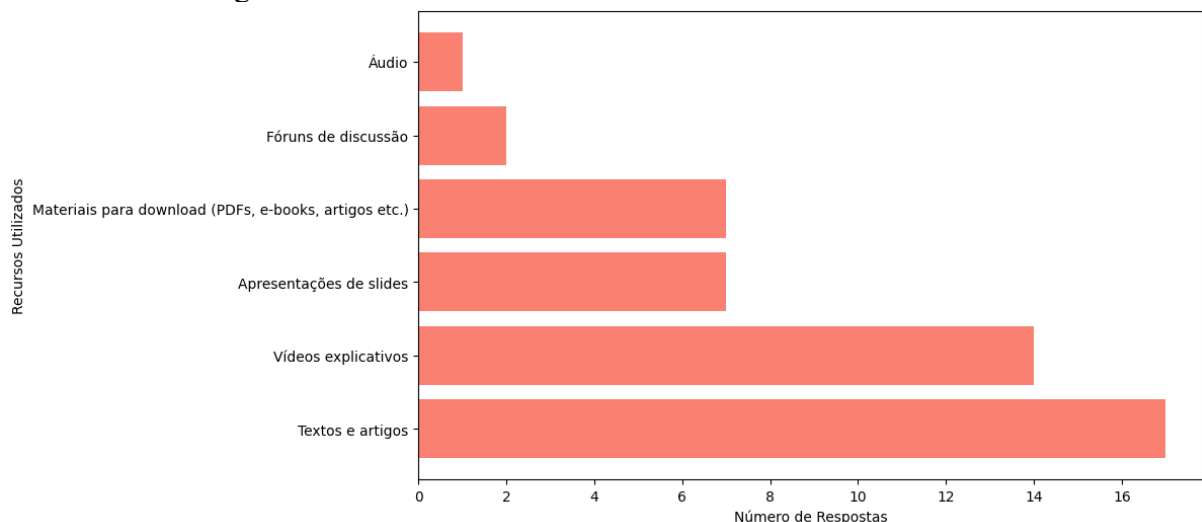


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A importância de elementos eficazes e visuais também é retratado por Lacerda e Silva (2016) em seu estudo sobre uso do AVA no ensino de física, foi observado que os estudantes reconheceram que a organização visual e o uso de vídeos, animações e gráficos não apenas motivam, mas também facilitam a compreensão dos conteúdos, especialmente em relação a experimentos científicos, promovendo um aprendizado mais eficaz e acessível.

De um total de 49 respostas, com uma média de 2,45 respostas por participante, os recursos mais utilizados foram os textos e artigos (35,42%), seguidos por vídeos explicativos (29,17%) e apresentações de slides (14,58%) (Figura 11). Esse padrão sugere que os participantes preferem uma combinação de conteúdos textuais e visuais para complementar seu aprendizado. Esse resultado está coerente quando comparado aos aspectos do produto educacional apontados como eficazes, apresentados anteriormente.

Figura 11 – Recursos Mais Utilizados do Produto Educacional



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

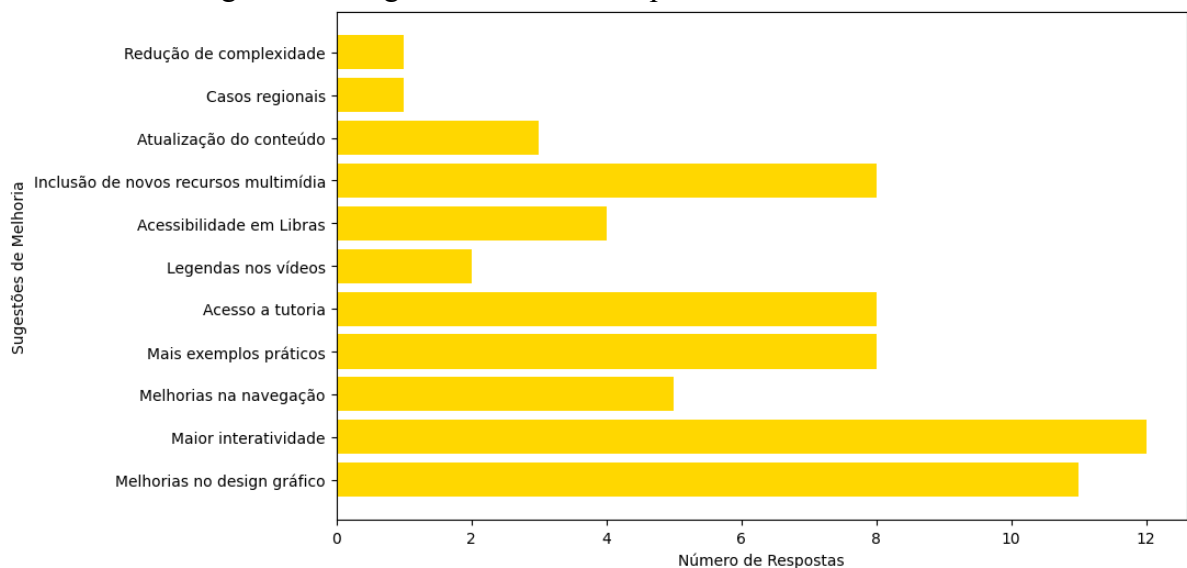
Em paralelo com o estudo realizado por Takeda et al. (2013), cujo objetivo foi avaliar a percepção dos alunos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) sobre o uso do *Moodle* como ferramenta de apoio ao ensino, observamos resultados similares. No que diz respeito às ferramentas eficazes, os resultados apresentados destacam-se a resposta de aproximadamente 89% dos entrevistados sobre a grande eficiência do uso do ambiente *Moodle* como repositório de arquivos (Eficiente = 24,3% e Muito eficiente = 65%). Além disso, ferramentas como vídeo aulas foram consideradas eficientes ou muito eficientes por aproximadamente 66% dos entrevistados, e questionários *online* foram declarados eficientes ou muito eficientes por aproximadamente 74% dos alunos. No entanto, para os fóruns, a opinião dos participantes ficou dividida: aproximadamente 46% dos entrevistados

consideram a ferramenta nada ou pouco eficiente, enquanto 42% a consideram eficiente ou muito eficiente. O *podcast*, que trata de um recurso de disponibilizar áudio gravado no ambiente de estudo, talvez pelo desconhecimento (30% não souberam responder sobre a ferramenta) e/ou pouco uso, foi considerado como nada ou pouco eficiente por aproximadamente 49% dos entrevistados.

Em relação as melhorias, foram registradas um total de 59 respostas, resultando em uma média de 2,95 respostas por participante. As principais sugestões de melhoria incluem a maior interatividade (19,05%) e melhorias no *design* gráfico (17,46%) (Figura 12). Estes dados indicam que, embora o conteúdo seja apreciado, há uma demanda significativa por aprimoramentos na usabilidade e no engajamento visual.

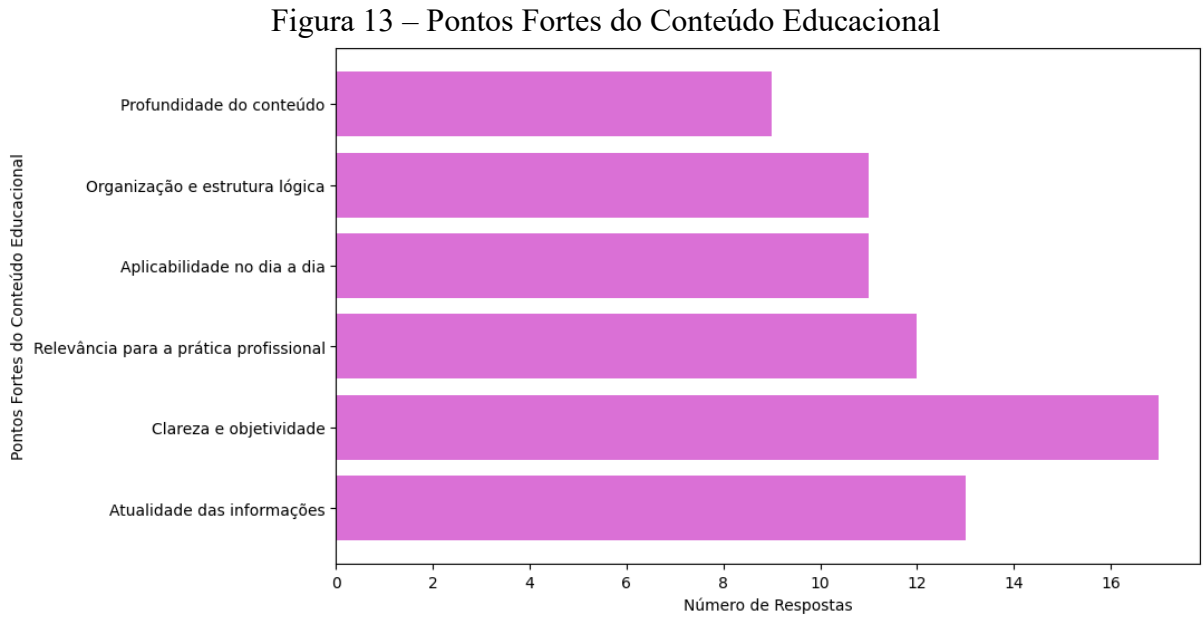
Pode-se inferir desses resultados (Figura 12) uma tendência para a implementação de elementos de gamificação no produto, tendência essa reforçada adiante (Figuras 14 e 16), que abordarão os desafios encontrados durante a utilização e as sugestões dos participantes acerca dos trabalhos futuros no produto, respectivamente. E conforme destacado por Fernandes, Souza e Souza (2024), a gamificação pode aumentar o envolvimento e a motivação dos alunos, utilizando elementos como pontos, *rankings* e emblemas (*badge*) para incentivar a participação e o progresso. No entanto, segundo os autores, a aplicação da gamificação dentro do ambiente *Moodle* não é um processo trivial. Eles discutem os desafios enfrentados, especialmente para usuários não técnicos, e a seleção criteriosa de *plugins* que atendem a diferentes núcleos motivacionais. Sugerindo que a implementação de gamificação requer um planejamento cuidadoso e uma compreensão clara dos objetivos educacionais e das necessidades dos alunos.

Figura 12 – Sugestões de Melhoria para o Produto Educacional



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

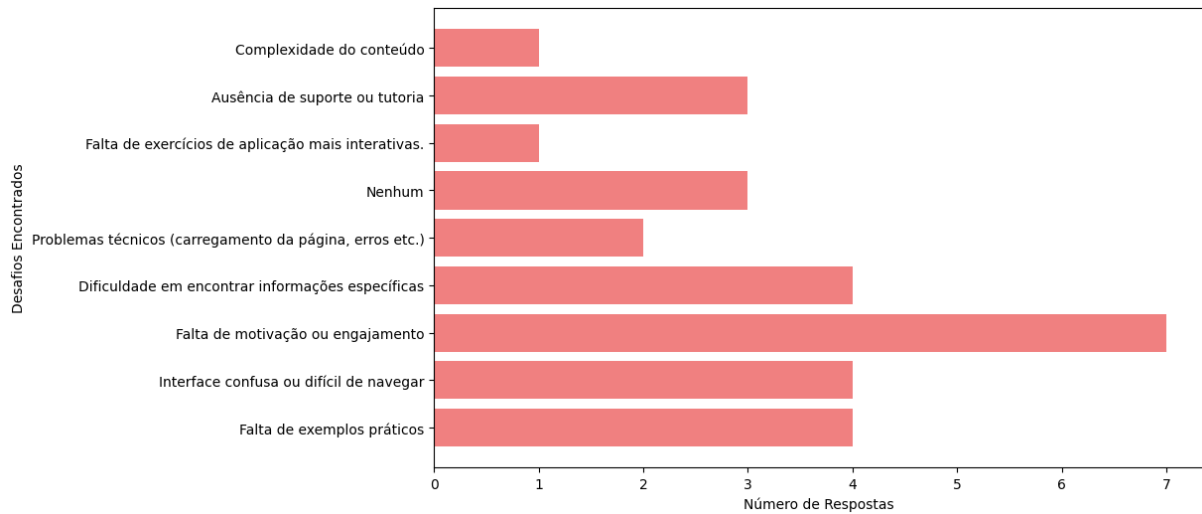
De um total de 73 respostas, indicando uma média de 3,65 respostas por participante (Figura 13), dentre os pontos fortes do conteúdo educacional apontados temos a clareza e objetividade do conteúdo (23,29%), seguidas pela atualidade das informações (17,81%). A relevância prática do conteúdo também foi destacada em 6,44% das respostas, mostrando que os participantes valorizam informações claras, atualizadas e aplicáveis no seu cotidiano.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Com a menor frequência de respostas, os desafios e dificuldades encontrados pelos participantes ao utilizar o produto educacional, de um total de 25 respostas, resultando em uma média de 1,25 respostas por participante, temos a falta de motivação ou engajamento (24,14%), seguido pela falta de exemplos práticos e uma interface confusa, ambos com 13,79% (Figura 14). Esses resultados sugerem que melhorias nas estratégias de motivação do usuário e na navegabilidade do produto poderiam aumentar significativamente a satisfação dos usuários.

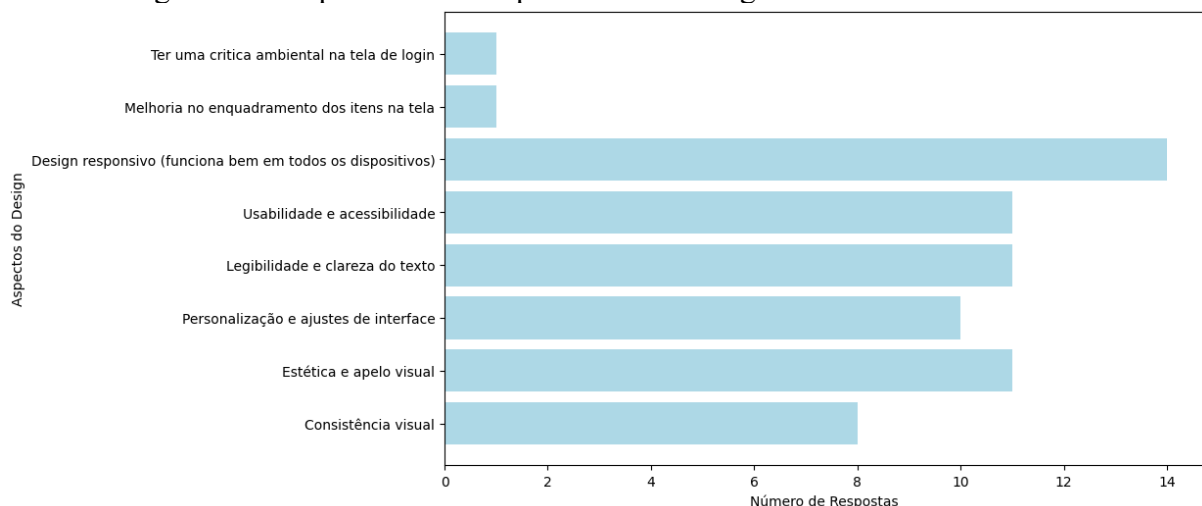
Figura 14 – Desafios Encontrados ao Utilizar o Produto Educacional



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Dentre os aspectos do *design* considerados mais importantes (total de respostas = 67, com uma média de 3,35 respostas/participante), a capacidade da plataforma funcionar bem em qualquer dispositivo com *internet* (*responsive web design*) foi o aspecto mais valorizado (20,90%), seguido pela estética e apelo visual, legibilidade e clareza do texto, e usabilidade e acessibilidade, todos com 16,42% (Figura 15). Isso indica que os usuários esperam um produto que seja não apenas visualmente atraente, mas também funcional e acessível em diferentes dispositivos.

Figura 15 – Aspectos Mais Importantes do Design do Produto Educacional

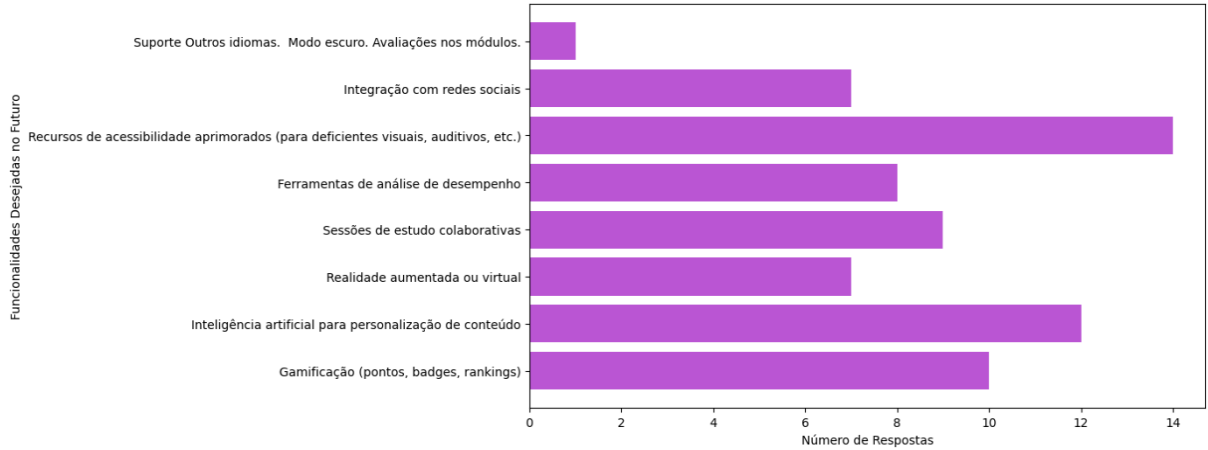


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Quanto as funcionalidades ou características que os participantes gostariam de ver no futuro (77 respostas, resultando em uma média de 3,85 respostas/participante), o

aprimoramento dos recursos de acessibilidade (20,59%) e inteligência artificial para personalização de conteúdo (17,65%) foram as funcionalidades mais desejadas. A gamificação também foi destacada, com 14,71%, indicando uma preferência por métodos que aumentem o engajamento e personalizem a experiência de aprendizado (Figura 16).

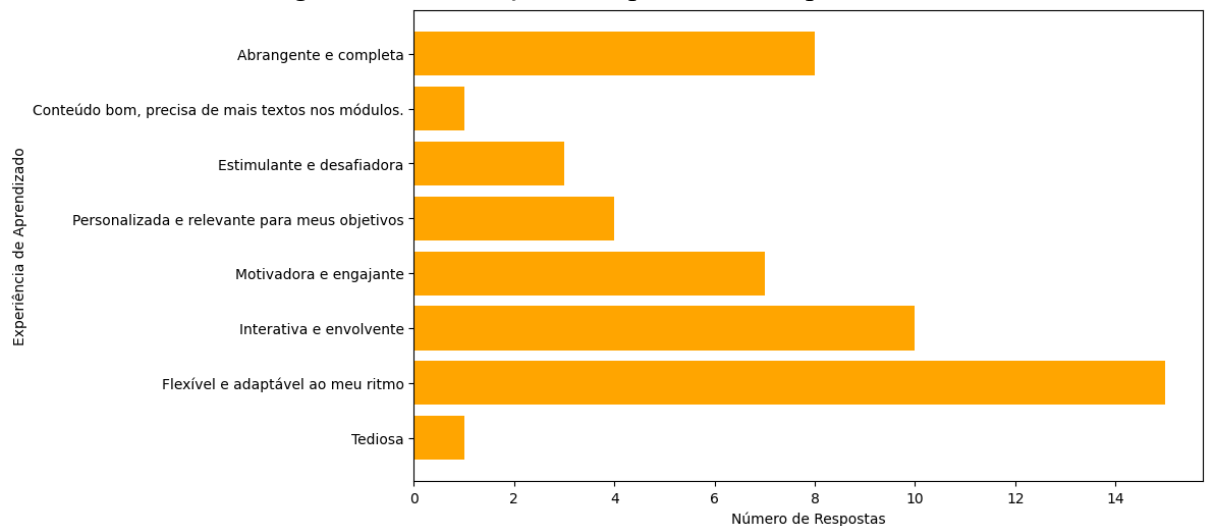
Figura 16 – Trabalhos Futuros Sugeridos



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Na avaliação da experiência de aprendizado proporcionada pelo produto ($n=45$, representando uma média de 2,25 respostas/participante), a flexibilidade e adaptabilidade ao ritmo de aprendizado do usuário foram os aspectos mais apreciados (30,61%), seguidos pela interatividade e envolvimento (20,41%) (Figura 17). Isso sugere que os usuários valorizam a capacidade de personalizar seu ritmo de aprendizado e se engajarem de forma interativa com o conteúdo.

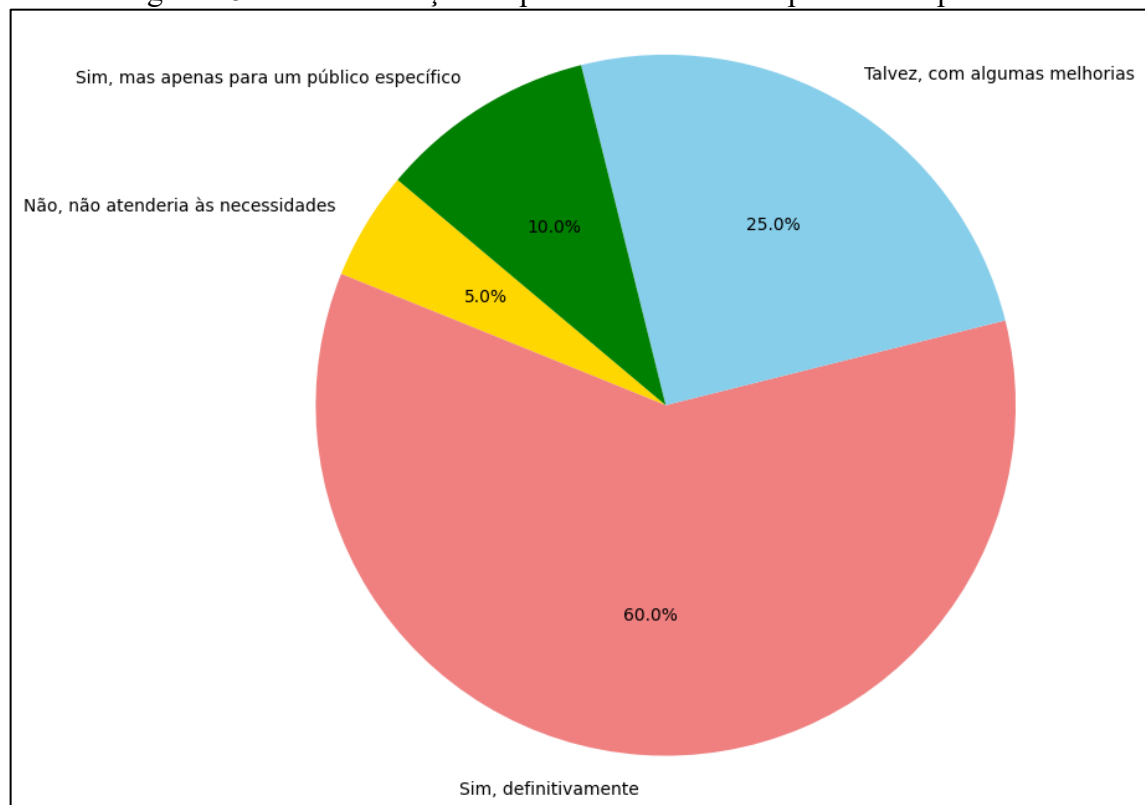
Figura 17 – Avaliação da experiência de aprendizado



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Além disso, 60% dos participantes apontaram que definitivamente recomendaria o produto educacional para outras pessoas. No entanto, 25% afirmaram que recomendariam com algumas melhorias, enquanto 10% recomendariam apenas para um público específico. Apenas 5% não recomendariam o produto (Figura 18). Vale ressaltar que essa questão foi fechada, onde cada participante pôde selecionar apenas uma opção, resultando em 20 respostas. Este cenário aponta que, embora o produto tenha uma boa aceitação, há áreas que podem ser melhoradas para aumentar a disposição de recomendação do produto educacional.

Figura 18 – Recomendação do produto educacional para outras pessoas



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

No final da experiência de uso os participantes foram motivados a escrever quaisquer comentários, sugestões ou preocupações tenham tido em relação ao produto educacional. Vale reafirmar que esta questão foi aberta e opcional.

Assim, dos 20 participantes, 13 forneceram respostas válidas, ou seja, respostas que não estavam em branco ou com palavras soltas sem sentido definido. As respostas foram categorizadas em: Sugestões, Feedback Positivo e Feedback Negativo (Quadro 10).

Quadro 10 – Comentários da experiência de uso do produto educacional durante validação.

Participante	Sugestões	Feedback Positivo	Feedback Negativo
P01	Implementação de bonificações e conquistas. <i>Design</i> focado em tecnologia		Falta de dinamismo. <i>Design</i> pouco atrativo e intuitivo
P04	Atividades lúdicas para crianças. Modo escuro		
P05	Modo escuro. Mais textos científicos. Melhor organização dos conteúdos. Tamanho e enquadramento do conteúdo		
P06	Mais exemplos práticos		
P08	Melhor uso dos espaços em branco		<i>Design</i> pouco atrativo e intuitivo. Poluição visual
P09, P11	Melhoria na acessibilidade		
P10, P12	Modo escuro. Melhoria na acessibilidade. Adição de conteúdo dinâmico		Falta de interatividade
P11		Estrutura bem elaborada	
P16		Conteúdo interessante e de fácil aprendizagem	
P17	<i>Margin</i> entre botões		
P18, P19		<i>Feedback</i> positivo geral	

Em síntese, o produto educacional mostra-se promissor, apresentando estrutura e conteúdo interessantes, com reconhecimento dos participantes pelo potencial educacional e a facilidade de aprendizado oferecida, entretanto há apontamentos sobre a falta de dinamismo e interatividade, sugerindo que a adição de elementos como bonificações, conquistas e conteúdo mais dinâmico poderia aumentar o engajamento.

A acessibilidade é outra área que requer melhorias, com recomendações para a inclusão de funcionalidades para pessoas com deficiências visuais e auditivas, além da opção de um tema noturno, questões essas relacionadas ao *design*, a organização do conteúdo também é mencionada, com destaque para a poluição visual em segmento específico e a necessidade de um *design* mais atrativo e intuitivo, que são percebidos como barreiras para uma melhorar a experiência.

4.4 Ajustes e melhorias

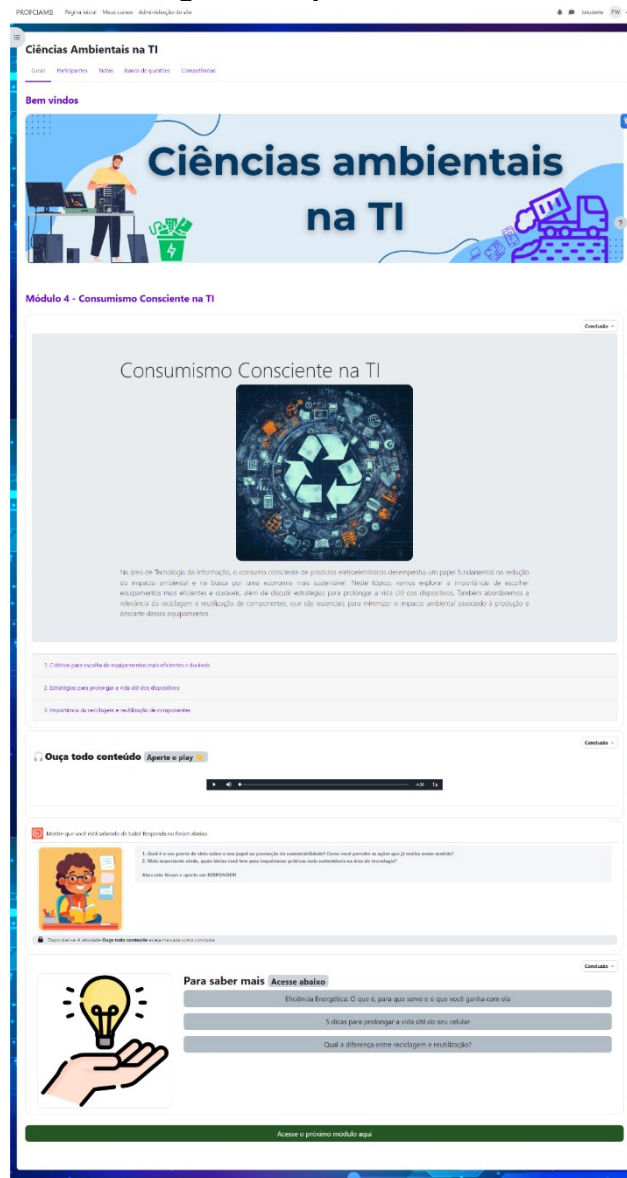
A partir das sugestões dos participantes, o produto educacional passou por uma fase de reformulação significativa com o objetivo de torná-lo mais atraente, acessível e interativo. As melhorias eleitas e que foram implementadas foram:

1) O ajuste no tamanho da tela, visando melhorar a experiência do usuário ao interagir com o conteúdo, reduzindo distrações visuais e promovendo um ambiente de aprendizagem mais focado, apresentando o conteúdo para evitar a poluição visual e facilitar leitura (Figura 19). Esse ajuste foi realizado seguindo as seguintes etapas de configuração no Moodle:

Com acesso do tipo Administrador, acessar o menu “*Administração do site*”, em seguida procure por “*Aparência*”, Selecione o tema a ser modificado, neste estudo foi utilizado o tema *Boost*, “*Configurações avançadas*”, por fim altere o parâmetro “*SCSS puro inicial theme_boost | scsspre*”, partir daí basta a inserção do código abaixo e acionar o botão “*Salvar mudanças*”.

\$course-content-maxwidth: 100% !default;

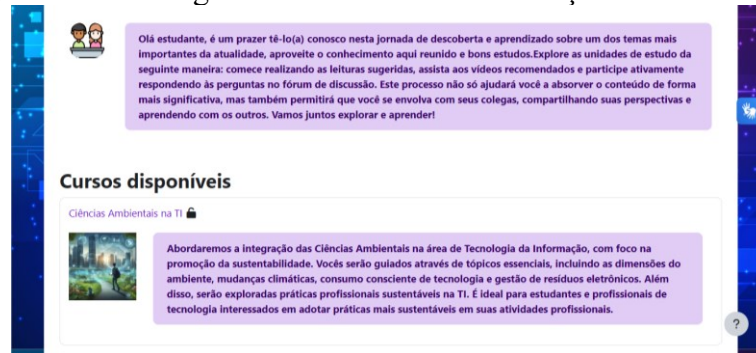
Figura 19 – Visão geral do *layout* melhorado de um módulo



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

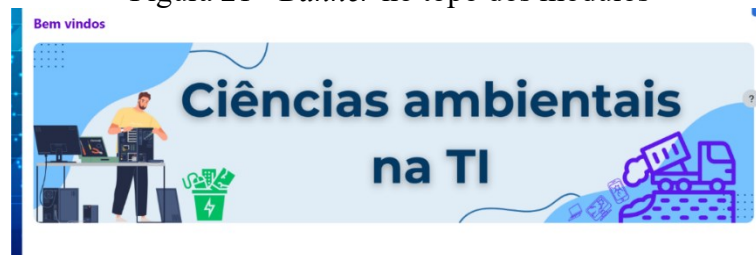
2) Foram realizadas melhorias nas imagens e nas cores do *design* (Figuras 20 a 24) para buscar uma harmonia estética e uma adequação ao tema proposto, essenciais para criar um ambiente visualmente atraente que motive os usuários a continuarem utilizando o produto educacional.

Figura 20 - Mensagem de Boas-Vindas e Instruções Iniciais de Uso



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 21 - *Banner* no topo dos módulos



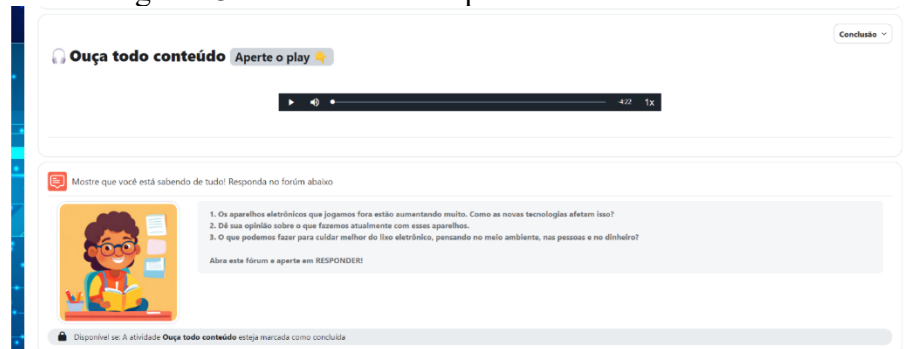
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 22 - Título da unidade com imagem, texto introdutório e tópicos de estudo



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

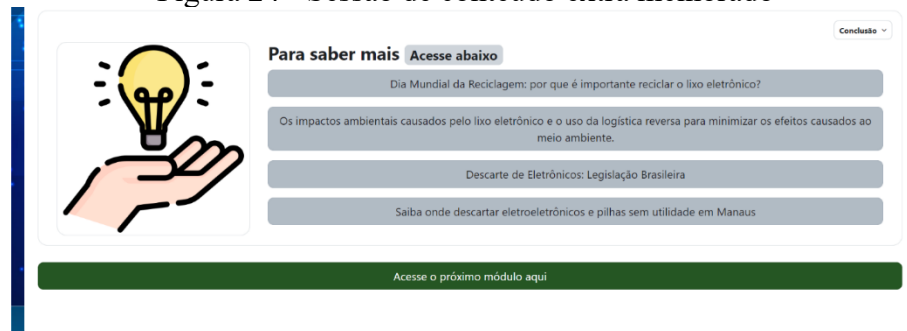
Figura 23 - Voz sintetizada para acessibilidade e Fórum



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

3) Inclusão de conteúdo complementar: Foi incorporado conteúdo complementar, como estudos de casos locais (Figura 24), que ilustram as aplicações práticas dos conceitos abordados, é importante para contextualizar o aprendizado e demonstrar a relevância prática dos conceitos ensinados.

Figura 24 - Sessão de conteúdo extra melhorado



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

4) Incorporação de um complemento (*plugin*) leitor de telas que converte as entradas de textos em linguagem de sinais foi adicionado, ampliando a acessibilidade para pessoas com deficiências auditivas. Este complemento é o *plugin* VLibras, uma ferramenta desenvolvida pelo governo brasileiro que permite a tradução de textos digitais para a Língua Brasileira de Sinais (Libras), é um recurso vital para garantir que o produto educacional seja inclusivo e acessível a um público mais amplo, desenvolvido na plataforma *Unity*, permite que pessoas surdas ou com deficiência auditiva possam acessar o conteúdo de forma eficaz (Figura 25).

A incorporação do *plugin* VLibras foi feita seguindo este passo-a-passo no Moodle:

Com acesso do tipo Administrador, acesse o menu “*Administração do site*”, em seguida procure por “*Aparência*”, acesse a opção “*Código HTML Adicional*”, após isto haverá também uma caixa de texto para inserção do código com identificação “*Quando a tag BODY está aberta additionalhtmltopofbody*”:

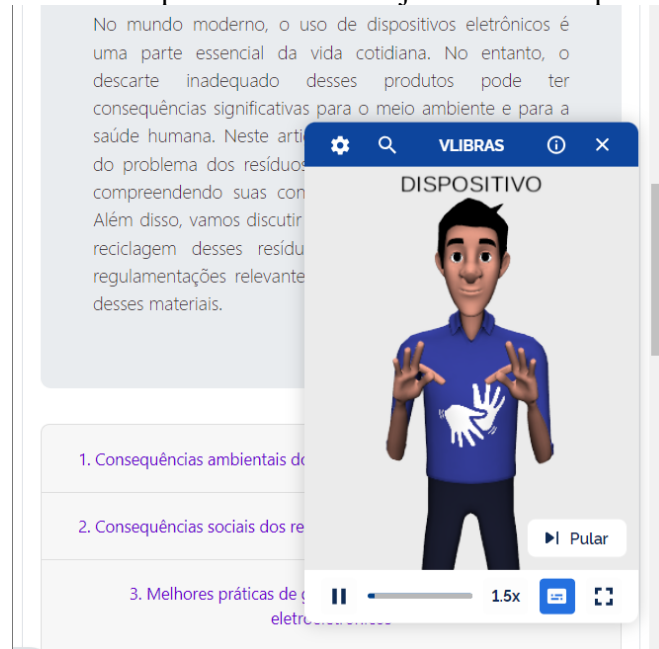
O código de incorporação foi inserido conforme as instruções da documentação oficial em <https://vlibras.gov.br/doc/widget/installation/webpageintegration.html>. O código da versão utilizada neste projeto está exemplificada abaixo (Quadro 11):

Quadro 11 – Código-fonte para incorporação do complemento VLibras no Moodle

```
<div vw class="enabled">
  <div vw-access-button class="active"></div>
  <div vw-plugin-wrapper>
    <div class="vw-plugin-top-wrapper"></div>
  </div>
</div>
<script src="https://vlibras.gov.br/app/vlibras-plugin.js"></script>
<script>
  new window.VLibras.Widget('https://vlibras.gov.br/app');
</script>
```

Fonte: Adaptado de vlibras.gov.br (2021)

Figura 25 - Complemento VLibras já instalado na plataforma



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Houve outros pequenos ajustes técnicos no sintetizador de voz, com o objetivo de gerar um áudio menos sintético e, conseqüentemente, mais humanizado. Além disso, foram incluídos mecanismos de desbloqueio de conteúdo com base no avanço do participante, bem como a possibilidade de marcar o ponto onde o estudo foi interrompido. Todas essas alterações tiveram como objetivo não apenas melhorar a experiência dos usuários, mas também aumentar o engajamento com o produto educacional e atender às demandas de inclusão e diversidade. A implementação dessas melhorias foi baseada no *feedback* direto dos participantes na atividade de validação, refletindo uma abordagem centrada nos usuários para a melhoria contínua do produto educacional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais achados revelaram uma compreensão crescente entre os estudantes sobre a importância das ciências ambientais e sua relevância para práticas sustentáveis na TI, no entanto, há uma necessidade evidente de maior sensibilização e educação específica para fortalecer essa percepção. A integração das ciências ambientais mostrou-se viável, com abordagens interdisciplinares revelando-se eficazes para engajar os estudantes. Algumas práticas de sustentabilidade foram identificadas para incorporação nesse contexto educacional, como a gestão eficiente de recursos, o uso de energias renováveis e a promoção de um ciclo de vida sustentável para os equipamentos de TI. Para isso, o processo de criação e disponibilização de um produto educacional baseado em uma plataforma virtual de aprendizagem customizada proporcionou um espaço colaborativo e interativo, facilitando a promoção das ciências ambientais integradas à sustentabilidade na TI.

Como pesquisador, minha formação na área de tecnologia, em conjunto de uma vasta experiência em suporte técnico e à atuação como docente de informática, permitiu-me reconhecer a necessidade de incluir a sustentabilidade em cada etapa da prática profissional em TI. Perspectiva que foi enriquecida pela integração com conhecimento advindo das ciências ambientais, que ofereceu uma abordagem mais holística ao considerar o impacto das práticas de TI sobre o ambiente, esse enfoque interdisciplinar permite uma análise crítica e uma abordagem mais consciente na escolha e utilização de tecnologias.

Os resultados deste estudo têm várias implicações para a prática educacional e a formação de profissionais, é essencial desenvolver currículos que integrem ciências ambientais e sustentabilidade, proporcionando uma formação holística aos estudantes, investir em programas de sensibilização e educação continuada para fortalecer a consciência ambiental, assim recomendamos que as instituições de ensino possam adotar políticas que promovam práticas sustentáveis e incentivem a pesquisa e inovação nessa área.

Para avançar neste campo, recomendamos as seguintes direções para futuras pesquisas: investigar os impactos a longo prazo da integração das ciências ambientais e sustentabilidade nas atividades profissionais dos estudantes; realizar avaliações de impacto de programas educacionais sustentáveis, medindo não apenas o conhecimento adquirido, mas também as mudanças comportamentais e práticas sustentáveis adotadas pelos estudantes; e ampliar este tipo de estudo para diferentes contextos educacionais e regiões, a fim de validar e adaptar as melhores práticas identificadas.

Este estudo contribuiu significativamente para o entendimento de como as ciências ambientais podem ser integradas à educação em TI promovendo a sustentabilidade, e a eficácia

no uso de recursos e implementação de tecnologias numa visão sistêmica e integrada que permite a reflexão quanto a origem dos recursos necessários para produção da tecnologia até o seu descarte. Enquanto pesquisador acredito que o produto, achados e recomendações aqui apresentados poderão servir como base para a criação de programas educacionais mais conscientes, voltados a formação de profissionais preparados para enfrentar os desafios ambientais de hoje.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. **Universidades e institutos federais de ensino superior mantêm greve.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2024-05/universidades-e-institutos-federais-de-ensino-superior-mantem-greve>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ABREMA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023.** São Paulo: ABREMA, 2023. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/download/92323/?tmstv=1709314789>. Acesso em: 09 jun. 2024.

ADORNO, Theodor W.; HORKHEIMER, Max. **Dialética do esclarecimento:** fragmentos filosóficos. 1947. (Dialektik der Aufklärung - Philosophische Fragmente). Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/208/o/fil_dialetica_esclarec.pdf. Acesso em: 02 set. 2023.

AMAZON WEB SERVICES. **O que é VPS? – Explicação sobre servidor privado virtual – AWS.** Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/vps/>. Acesso em: 15 jun. 2024.

AMAZONAS. Decreto Nº 41.863, de 1 de janeiro de 2020. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Amazonas.** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=389615>. Acesso em: 25 de março de 2024.

AMAZONAS. Lei Nº 4.457, de 1 de janeiro de 2017. **Política Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas.** Disponível em: https://sapl.al.am.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2017/9762/9762_texto_integral.pdf. Acesso em: 25 de março de 2024.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.

BARROS, Samuel. Logística reversa de materiais de tecnologia e o foco na TI Verde. **Revista Exame**, 20 jun. 2024. Disponível em: <https://exame.com/esg/logistica-reversa-de-materiais-de-tecnologia-e-o-foco-na-ti-verde/>. Acesso em: 22 jun. 2024.

BONA, Fernando; CHANIN, Rafael; NASCIMENTO, Nicolas; SALES, Afonso. A Importância dos Cursos Complementares na Formação dos Profissionais da Área de Tecnologia

da Informação. *In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI)*, 31. , 2023, João Pessoa/PB. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023 . p. 420-431. ISSN 2595-6175. DOI: <https://doi.org/10.5753/wei.2023.229737>.

BONILLA, Maria Helena Silveira. Software Livre e Educação: uma relação em construção. **Perspectiva**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 205–234, 2014. DOI: 10.5007/2175-795X.2014v32n1p205. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/2175-795X.2014v32n1p205>. Acesso em: 15 mai. 2024.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). **Documento de Área - Área 46 Ensino**, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/sobre-a-avaliacao/areas-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/colégio-de-ciencias-exatas-tecnologicas-e-multidisciplinar/multidisciplinar/ensino>. Acesso em: 20 de julho de 2024.

BRASIL. Decreto Nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. **Regulamenta a Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jan. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D10936.htm. Acesso em: 22 de março de 2024.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Convenção de Basileia**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/convencao-de-basileia>. Acesso em: 10 jun. 2024.

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 20 de março de 2024.

BRASIL. Lei Nº 14.479, de 1 de janeiro de 2022. **Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletrônicos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 jan. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/Lei/L14479.htm. Acesso em: 20 de março de 2024.

BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 6, de 20 de setembro de 2012. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=245343>. Acesso em: 22 de março de 2024.

BRASIL. **VLibras Widget - Webpage Integration**. Disponível em: <https://vlibras.gov.br/doc/widget/installation/webpageintegration.html>. Acesso em: 20 jun. 2024.

CAMPOS PEREIRA, Dâmaris Alcinda; OLIVEIRA BARBOSA, Luiz Sérgio de; MATA LIBÓRIO FILHO, João da. O USO DA PLATAFORMA MOODLE PARA O E-LEARNING NA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA: POSSIBILIDADES E DESAFIOS. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. e422674, 2023. DOI: 10.47820/recima21.v4i2.2674. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/2674>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CIRCULARE. **E-waste Monitor 2024**: ONU lança relatório atualizado sobre resíduos eletrônico. Disponível em: <https://circulare.com.br/dados-brasil-e-mundo-the-global-ewaste-monitor-2024/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

DA COSTA JÚNIOR, J. F.; CABRAL, E. L. dos S.; DE SOUZA, R. C.; BEZERRA, D. de M. C.; E SILVA, P. T. de F. Um estudo sobre o uso da escala de Likert na coleta de dados qualitativos e sua correlação com as ferramentas estatísticas. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 360–376, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.1-021. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/4009>. Acesso em: 10 jul. 2024.

DAYARATHNA, Miyuru; WEN, Yonggang; FAN, Rui. Data Center Energy Consumption Modeling: A Survey. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, Volume: 18, Issue: 1. 2016, p. 732 - 794. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7279063>. Acesso em: 22 abr. 2024.

DIAS, Pablo; PALOMERO, João; CENCI, Marcelo Pilotto; SCARAZZATO, Tatiana; BERNARDES, Andréa Moura. Electronic waste in Brazil: Generation, collection, recycling and the covid pandemic. **Cleaner Waste Systems**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100022>. Acesso em: 09 jun. 2024.

ECOASSIST. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos**: entenda o processo. Disponível em: <https://ecoassist.com.br/qual-o-processo-por-tras-da-gestao-de-residuos-eletroeletronicos/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

ECYCLE. **Lixo eletrônico**: o que é e como descartar corretamente. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/lixo-eletronico/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

EREK, Koray; LOESER, Fabian; SCHMIDT, Nils-Holger; ZARNEKOW, Ruediger; KOLBE, Lutz M., Green IT Strategies: A Case Study-Based Framework For Aligning Green IT With Competitive Environmental Strategies. **Pacific Asia Conference on Information Systems**, 2011. ISBN: 978-1-86435-644-1. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/pacis2011/59/>. Acesso em: 14 abr. 2023.

FERNANDES, Rafael; SOUZA, Vanessa C. O.; SOUZA, Vinícius O. **Análise sobre gamificação no ambiente Moodle**. Universidade Federal de Itajubá, 2024. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/semish/article/view/29371>. Acesso em: 23 jul. 2024.

FERREIRA, G. M. dos S.; SÁ, J. C. de. (2018). **Recursos educacionais abertos como tecnologias educacionais**: considerações críticas. *Educação & Sociedade*, v. 39, n. 144, p. 738–755, jul. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/NbgrrcTbHhSvLKZWxZcCBCD/?lang=pt#>. Acesso em: 14 mai. 2024.

FLEURY, Maria Tereza Leme; FLEURY, Afonso. Construindo o conceito de competência. **Revista de Administração Contemporânea**, online, v. 5, p. 183-196, 2001. DOI 10.1590/S1415-65552001000500010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/C5TyphygpYbyWmdqKJCTMkN/?lang=pt>. Acesso em: 26 mar. 2022.

GREEN ELETRON. **O que é lixo eletrônico?** Disponível em: <https://greeneletron.org.br/blog/o-que-e-o-lixo-eletronico/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

IFAM. **IFAM recebe o Selo A3P: Verde.** Disponível em: <http://www2.ifam.edu.br/noticias/ifam-recebe-o-selo-a3p-verde>. Acesso em: 04 maio 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manaus.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/manaus.html>. Acesso em: 18 jun. 2024.

Instituto Descarte Correto. **Quem Somos.** Disponível em: https://ead.institutodescartecorreto.org/loja_virtual/quemsomos.php. Acesso em: 14 jun. 2024.

Instituto Federal do Amazonas (IFAM). **CMDI:** A instituição. Disponível em: <http://www2.ifam.edu.br/campus/cmdi/instituicao/a-instituicao/>. Acesso em: 18 jun. 2024.

INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. SVBR (Science Vlogs Brasil) entra em nova fase. **Portal IFUSP**, 31 mai. 2019. Disponível em: <https://portal.if.usp.br/ifusp/pt-br/not%C3%ADcia/svbr-science-vlogs-brasil-entra-em-nova-fase>. Acesso em: 20 jul. 2024.

LACERDA, Andreson Lopes de; SILVA, Tatiana da. Avaliação de uso de AVA no ensino de física. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 293-313, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n1p293>. Acesso em: 22 jul. 2024.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. DA C.. **As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira.** Ambiente & Sociedade, v. 17, n. 1, p. 23–40, jan. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/?lang=pt>. Acesso em: 01 maio 2023.

LEFF, Enrique. Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental. **Olhar de professor**, Ponta Grossa, v. 14, n. 2, p. 309-335, 2011. DOI 10.5212/OlharProfr.v.14i2.0007. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/3515/2519>. Acesso em: 26 mar. 2022.

LIMA, Alcimar Alves de S.; ROVAI, Esméria. **Escola, espaço de subjetivação: de Freud a Morin**. São Paulo: Editora Blucher, 2022. E-book. ISBN 9786555061017. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555061017/>. Acesso em: 12 abr. 2023.

MEDEIRO, Arilene Maria Soares de. **O papel da escola na formação do cidadão**. Contrapontos, Itajaí, v.6, n.2, p. 565-574, set./dez. 2006. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/ctp/v06n03/v06n03a13.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2023.

Ministério da Educação (MEC). **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Resolução Nº 2, de 15 de junho de 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf. Acesso em: 25 junho 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Compras públicas sustentáveis**. 22 outubro 2019. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/compras-publicas-sustentaveis/>. Acesso em: 04 maio 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Construções sustentáveis**. 23 agosto 2019. Disponível em: <<http://a3p.mma.gov.br/construcoes-sustentaveis/>>. Acesso em: 04 maio 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Eixos Temáticos**. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/eixos-tematicos/>. Acesso em: 04 maio 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Gestão adequada dos resíduos gerados**. 23 agosto 2019. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/gestao-adequada-dos-residuos-gerados/>. Acesso em: 04 maio 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **História A3P**. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/historia/>. Acesso em: 04 maio 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Philippe Pomier Layrargues (coord.). Brasília, 2004. 156 p. ISBN 85-87166-67-0. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3507>. Acesso em: 01 maio 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Qualidade de vida no ambiente de trabalho**. 29 abril 2019. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/qualidade-de-vida-no-ambiente-de-trabalho/>. Acesso em: 04 maio 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Sensibilização e capacitação dos servidores**. 05 junho 2019. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/sensibilizacao-e-capacitacao-dos-servidores/>. Acesso em: 04 maio 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Uso racional dos recursos naturais e bens públicos**. 04 julho 2019. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/uso-racional-dos-recursos/>. Acesso em: 04 maio 2023.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes necessários à Educação do Futuro**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2007. 118 p. ISBN 978-85-249-0741-8.

MURUGESAN, San. **Harnessing Green IT: Principles and Practices**. IT Professional, v. 10, p. 24-33, fev. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MITP.2008.10>.

OLHAR DIGITAL. **Greenwashing: o que é, como identificar e exemplos**. Olhar Digital, São Paulo, 28 maio 2024. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2024/05/28/pro/greenwashing-o-que-e-como-identificar-e-exemplos/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

POWELL, Robert Baxter; STERN, Marc J.; KROHN, Brian D.; ARDOIN, Nicole. Development and validation of scales to measure environmental responsibility, character development, and attitudes toward school. **Environmental Education Research**, v. 17, n. 1, p. 91-111, 2011. DOI: 10.1080/13504621003692891. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/254251281_Development_and_validation_of_scales_to_measure_environmental_responsibility_character_development_and_attitudes_toward_school. Acesso em: 29 jun. 2024.

RAVAGNANI, Allan. **Greenwashing: 60% das cias brasileiras relatam práticas ESG, mas só 29% têm auditoria externa**. CartaCapital, 08 jul. 2024. Disponível em:

<https://www.cartacapital.com.br/do-micro-ao-macro/greenwashing-60-das-cias-brasileiras-relatam-praticas-esg-mas-so-29-tem-auditoria-externa/>. Acesso em: 09 jul. 2024.

REDMOND, Richard; CURTIS, Elizabeth. **Focus groups: principles and process**. Nurse Researcher, London, v. 16, n. 3, p. 57-69, 2009. doi: 10.7748/nr2009.04.16.3.57.c6946. Disponível em: <https://journals.rcni.com/doi/abs/10.7748/nr2009.04.16.3.57.c6946>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SAUVÉ, L. **Uma cartografia das correntes em Educação Ambiental**. In: Sato, M.; Carvalho, I. Educação Ambiental: pesquisas e desafios. – Porto Alegre: Artmed, 2008. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6537868/mod_resource/content/1/Sauve%20correntes%20EA%20-%20aula%2026%20agosto.pdf. Acesso em: 01 maio 2023.

TAKEDA R. A. et.al. **Uso do AVA Moodle como ferramenta de apoio ao ensino presencial: percepção dos professores do curso de Engenharia Civil da UFSCar**. COBENGE, Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <https://turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/118031_1.pdf>. Acessado em: 21 jul. 2024.

TOZONI-REIS, M. F. DE C.; CAMPOS, L. M. L.. Educação ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias. **Educar em Revista**, n. spe3, p. 145–162, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/cfc9PgJjwsyVc7wMkw4bJSz/?format=pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

TRAJBER, Rachel; SATO, Michèle. ESCOLAS SUSTENTÁVEIS: INCUBADORAS DE TRANSFORMAÇÕES NAS COMUNIDADES. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], 2013. DOI: 10.14295/remea.v0i0.3396. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3396>. Acesso em: 9 jul. 2024.

UNESCO. **Educação ambiental: as grandes diretrizes da Conferência de Tbilisi**. Brasília: Edições IBAMA, 1997. 154 p. ISBN 85-7300-042-2. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/educacaoambientalasgrandesdiretrizesdaconferenciadetblisidigital.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

UNITAR, ITU. **The Global E-waste Monitors.** Disponível em: <https://ewastemonitor.info/global-e-waste-monitors/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

VASCONCELOS, Cristiane Lima de. **Gestão e descarte de equipamentos eletroeletrônicos: o caso de uma secretaria do município de Manaus.** 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2023.

VALENTE, Luís; MOREIRA, Paulo. DIAS, Paulo. Moodle: moda, mania ou inovação na formação? In: ALVES, Lynn; BARROS, Daniela; OKADA, Alexandra (Org.). **Moodle: estratégias pedagógicas e estudos de caso.** Salvador: EDUNEB, 2009. p. 35 – 53. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.2/2563>. Acesso em: 07 de maio de 2024.

ZANIN, Alice Aquino. Recursos educacionais abertos e direitos autorais: análise de sítios educacionais brasileiros. **Revista Brasileira de Educação** [online], v. 22, n. 71, e227174, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782017227174>. Acesso em: 15 mai. 2024. ISSN 1809-449X.