

UNIVERSIDADE PAULISTA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

JOSÉ HENRIQUE LIMA ALVES RA: F3623A6

**TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE: O PAPEL DA INOVAÇÃO NA
CONSTRUÇÃO DE UM MUNDO SUSTENTÁVEL**

SÃO PAULO

2025

JOSÉ HENRIQUE LIMA ALVES RA: F3623A6

**TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE: O PAPEL DA INOVAÇÃO NA
CONSTRUÇÃO DE UM MUNDO SUSTENTÁVEL**

Trabalho de APS Semestral entregue ao docente da Universidade Paulista - Campus Anchieta, solicitado no padrão do mesmo, servindo como menção no 1º Semestre na disciplina do curso de Ciência da Computação.

Orientador: Marcos Junior (IHC e PWR).

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Marcos Junior
UNIVERSIDADE PAULISTA

SÃO PAULO

2025

RESUMO

Palavras-chave:

ABSTRACT

Keywords:

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo Geral.....	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
3. METODOLOGIA.....	10
4. DESENVOLVIMENTO	11
4.1. TECNOLOGIAS VERDES	11
4.1.1. Perspectivas Teóricas e Práticas	11
4.1.2. Conceitos Associados	12
4.1.3. Contexto Industrial Brasileiro.....	12
4.3.4. Marcos Legais e Políticas Públicas	13
4.3.5. Empregos Verde	14
4.2. SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS	15
4.2.1. Indústria Verde	15
4.2.2. Cidades Inteligentes.....	15
4.2.3. Consumo Consciente	16
4.2.4. Implementações de Curto, Médio e Longo Prazo	16
4.3. IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE	17
4.3.1. Visão Geral dos Efeitos Ambientais dos Avanços Técnicos	17
4.3.2. Jornada Completa e Custos Ambientais Externos.....	18
4.3.3. Métodos Abrangentes de Redução.....	18
4.3.4. Digitalização e Uso De Energia.....	18
4.3.5. Modelos Mundiais de Economia Energética Digital.....	19
4.3.6. Aproveitamento Circular e Detritos Eletrônicos	19
4.3.7. Exemplos Internacionais de Reaproveitamento Tecnológico.....	19
4.3.8. Consumo de Água Na Indústria Tecnológica	20
4.3.9. Táticas Hídricas em Companhias Tecnológicas Globais	20
4.3.10. Redução de Carbono Tecnológico	20
4.3.11. Exemplos Globais de Neutralidade em Carbono.....	20
4.3.12. Digitalização Na Proteção Ambiental	20
4.3.13. Inovações Internacionais Transformadoras.....	21
5. PROJETO DO SITE	22
6. DISSERTAÇÃO.....	25

7. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
ANEXO 1: ESTRUTURA DO SITE	30
ANEXO 2: ESTRUTURA DO CÓDIGO.....	31

1. INTRODUÇÃO

No período recente, as questões relacionadas à sustentabilidade têm ganhado destaque tanto na pesquisa quanto na prática das organizações. Isso se deve, principalmente, ao rápido esgotamento dos bens naturais e à crescente importância com a desigualdade social e a responsabilidade socioambiental das instituições (Dao, Langella & Carbo, 2011). Paralelamente, a revolução tecnológica impulsionou um consumismo excessivo, estimulando um comportamento social caracterizado pelo desperdício, pelo uso exagerado de meios e pela imprudência quanto aos impactos ambientais. De certo modo, a sociedade tem valorizado mais os benefícios oferecidos pela natureza do que os prejuízos causados a ela. Esse cenário, cultivado desde o começo da revolução industrial, tem gerado sérias consequências à sustentabilidade dos meios naturais, tornando-os progressivamente mais escassos ao passar do tempo.

Apesar das divergências quanto às causas e consequências das mudanças climáticas, há hoje um consenso quase universal de que tais alterações ambientais são reais e já estão em curso. Nesse cenário, torna-se inviável para as instituições continuarem ignorando as intensas pressões ambientais às quais estão submetidas, sendo necessário adotar medidas concretas. Atualmente, muitas companhias estabelecem vínculos diretos com o meio ambiente e com as comunidades locais, o que frequentemente implica a necessidade de aplicar recursos significativos em iniciativas ecológicas. Com o aumento da implementação de leis e diretrizes voltadas à proteção ambiental, essas ações passaram a ser não apenas recomendadas, mas praticamente obrigatórias. Em inúmeros casos, a preocupação com impactos sociais e ambientais evoluiu de uma prática voluntária para uma exigência estratégica indispensável à permanência e ao desempenho competitivo das empresas. O aumento dos impactos ambientais nas últimas décadas, provocou uma mudança no cenário competitivo (Vanttinen & Pyhalto, 2009), incentivando o replanejamento de valores sociais e impulsionando o aumento de tecnologias mais sustentáveis. Essa mudança de paradigma tem estimulado o desenvolvimento de produtos ecologicamente responsáveis, promovidos pelos chamados movimentos “verdes”, que visam reduzir tanto a poluição quanto o uso energético na produção de produtos e serviços (D’Souza, Taghian, Lamb & Peretiatkos, 2006). No cenário da Tecnologia

da Informação, esse movimento passou a ser denominado “TI Verde”, um termo adotado por especialistas da área para designar iniciativas sustentáveis aplicadas ao uso e à gestão de recursos tecnológicos (Molla et al., 2008). A influência de grupos ambientalistas sobre a inovação tecnológica tem se transformado a cada dia mais expressiva, especialmente na área de Tecnologia da Informação. Organizações como o Greenpeace desenvolvem ações importantes nesse cenário ao exercerem uma forma de fiscalização ativa sobre grandes fabricantes de produtos eletroeletrônicos. Por meio da divulgação regular de relatórios e de um “ranking verde”, a entidade avalia e classifica empresas de acordo com seu comprometimento ambiental — considerando critérios como emissão de gases poluentes, uso de materiais tóxicos, processos de reciclagem e transparência nas práticas adotadas (IDG News Service, 2009).

Esse tipo de pressão social vai além da simples cobrança por redução de CO₂. Trata-se de uma exigência por uma reestruturação sistêmica nas operações corporativas, que envolve, por exemplo, a eliminação de substâncias químicas perigosas na composição dos produtos, o estabelecimento de metas de reciclagem, a logística reversa para recolhimento de equipamentos usados e a disponibilização clara de informações ao consumidor e à sociedade. Dessa forma, organizações ambientalistas não apenas denunciam práticas insustentáveis, mas também atuam como agentes ativos na indução de inovação e responsabilidade socioambiental. A influência desses grupos contribui para a criação de um novo paradigma corporativo, onde a sustentabilidade deixa de ser uma opção de marketing para se tornar um critério de competitividade e permanência no mercado.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Desenvolver um projeto prático que integre os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso, com foco na aplicação de soluções tecnológicas voltadas à promoção da sustentabilidade. A proposta busca abordar problemas reais ligados ao uso consciente de recursos naturais, eficiência energética, gestão de resíduos e educação ambiental, por meio do desenvolvimento de ferramentas digitais, plataformas web ou sistemas inteligentes. Além da aplicação técnica, o projeto tem como objetivo estimular uma postura crítica e inovadora diante dos desafios socioambientais, reforçando o papel da tecnologia como agente de transformação e sustentabilidade no contexto atual e futuro.

2.2. Objetivos específicos

- Levantar e revisar bibliografia técnica e científica sobre soluções tecnológicas sustentáveis.
- Identificar demandas ambientais e sociais que possam ser abordadas com apoio de ferramentas digitais.
- Planejar e desenvolver um site informativo utilizando ferramentas de código aberto, com foco em educação ambiental.
- Aplicar princípios de acessibilidade e usabilidade no design da plataforma desenvolvida.
- Avaliar o impacto do projeto por meio de feedback de usuários ou testes de navegação.

3. METODOLOGIA

A abordagem metodológica adotada neste trabalho fundamentou-se em uma pesquisa exploratória e qualitativa, com foco no levantamento teórico a partir de literatura especializada e dados institucionais. Foram analisados artigos científicos, estudos de caso, relatórios técnicos, publicações governamentais e materiais produzidos por instituições de pesquisa e empresas do setor tecnológico, compreendendo o período de 2005 a 2024. As fontes utilizadas incluíram bases de dados acadêmicas reconhecidas, como IEEE Xplore, Scopus, Google Scholar e ScienceDirect, além de documentos disponibilizados por órgãos públicos, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e por entidades internacionais como a ONU e a Agência Europeia do Meio Ambiente.

Como parte prática da metodologia, foi desenvolvido um site com o propósito de disseminar conteúdos educativos, dados atualizados e soluções tecnológicas acessíveis voltadas à sustentabilidade. A criação da plataforma envolveu a aplicação de princípios de design responsivo, acessibilidade digital e uso de ferramentas de código aberto, promovendo um ambiente interativo e funcional. Ao final, o processo buscou não apenas sistematizar o conhecimento existente, mas também criar um canal de impacto social, mostrando que a tecnologia pode e deve ser uma aliada da preservação ambiental.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. TECNOLOGIAS VERDES

4.1.1. Perspectivas Teóricas e Práticas

As tecnologias verdes, ou tecnologias ambientalmente sustentáveis, têm emergido como resposta prática e teórica aos desafios socioambientais da contemporaneidade. Do ponto de vista teórico, essas tecnologias são fundamentadas em princípios da ecologia industrial, do desenvolvimento sustentável e da responsabilidade socioambiental corporativa. Tais perspectivas sugerem que o progresso tecnológico não deve ocorrer à custa do meio ambiente, mas sim em harmonia com ele — promovendo eficiência energética, redução de resíduos, economia circular e menor emissão de poluentes.

Na prática, as tecnologias verdes se manifestam em diversas frentes: desde a adoção de energias renováveis (como solar e eólica) e o uso de materiais biodegradáveis, até o desenvolvimento de sistemas inteligentes de gestão de recursos e reciclagem. No setor de Tecnologia da Informação, por exemplo, o conceito de TI Verde representa uma aplicação direta dessa visão, envolvendo práticas como o uso eficiente de energia em data centers, descarte responsável de hardware e desenvolvimento de softwares com menor demanda energética.

No contexto brasileiro, a aplicação prática das tecnologias verdes está fortemente voltada à descarbonização da indústria. Esse processo consiste em adaptar os sistemas produtivos para reduzir ou eliminar as emissões de carbono, promovendo uma economia mais limpa. De acordo com Rosana dos Santos, do Instituto E+ Transição Energética, a industrialização verde significa “descarbonizar os processos industriais e os serviços”, enquanto Elbia Gannoum, da ABEEólica, ressalta que se trata de “ajustar a capacidade produtiva de uma nação a uma economia de baixo carbono” (Climate Tracker América Latina, 2023, p. 5). Essas definições refletem uma tendência nacional de alinhar o crescimento econômico à responsabilidade ambiental.

4.1.2. Conceitos Associados

As tecnologias verdes envolvem uma série de conceitos interligados que sustentam sua aplicação e desenvolvimento em diversas áreas. Esses conceitos são fundamentais para compreender como a inovação pode ser orientada por princípios de sustentabilidade ambiental, social e econômica. A seguir, destacam-se os principais:

- **Desenvolvimento Sustentável:** É a base das tecnologias verdes. Refere-se ao modelo de crescimento que busca atender às necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras, equilibrando desenvolvimento econômico, preservação ambiental e bem-estar social.
- **Ecoeficiência:** Relaciona-se ao uso racional de recursos naturais na produção de bens e serviços, buscando maximizar os resultados econômicos com o mínimo impacto ambiental possível.
- **Economia de Baixo Carbono:** Trata-se de um modelo econômico que prioriza a redução das emissões de gases de efeito estufa, especialmente o CO₂, por meio da transição energética e de tecnologias limpas.
- **Logística Reversa:** É o processo de recolhimento de produtos ou resíduos após o consumo, com o objetivo de reaproveitar, reciclar ou dar destinação ambientalmente adequada, reduzindo o descarte irregular.
- **Ciclo de Vida do Produto (ACV):** Avalia os impactos ambientais de um produto em todas as suas fases — desde a extração da matéria-prima até o descarte — permitindo que empresas façam escolhas mais sustentáveis.
- **Inovação Limpa (Clean Tech):** Refere-se ao desenvolvimento de novas tecnologias que priorizam a eficiência energética, o uso de fontes renováveis e a minimização dos impactos ambientais.

4.1.3. Contexto Industrial Brasileiro

O setor industrial brasileiro tem enfrentado pressões crescentes para alinhar seus processos produtivos com práticas sustentáveis, impulsionado por exigências ambientais, econômicas e sociais. Nesse cenário, as tecnologias verdes surgem como

ferramentas essenciais para transformar a indústria, promovendo eficiência energética, redução de emissões de carbono e melhor gestão de resíduos.

Nos últimos anos, o Brasil tem avançado em iniciativas voltadas à descarbonização da indústria, conceito que envolve adaptar a produção a uma economia de baixo carbono. Setores como energia, siderurgia e agroindústria já investem em fontes renováveis, como solar e eólica, e em inovação tecnológica para reduzir impactos ambientais.

Apesar do progresso, ainda há desafios significativos, como custos elevados de transição, burocracia regulatória e acesso limitado a financiamentos verdes, principalmente para pequenas e médias empresas. No entanto, com uma matriz energética relativamente limpa e vasto potencial natural, o Brasil possui condições estratégicas para liderar o desenvolvimento de uma indústria sustentável, se houver investimento contínuo em inovação, políticas públicas integradas e educação ambiental.

O Brasil apresenta vantagens competitivas importantes para impulsionar a industrialização verde. Atualmente, cerca de 47% da matriz energética brasileira é composta por fontes renováveis, um percentual muito superior à média mundial de 14%. No que diz respeito à matriz elétrica, os números são ainda mais expressivos: 88% da energia gerada no país é renovável, segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2022. Além disso, a produção industrial brasileira apresenta uma intensidade de carbono menor em comparação com a de muitos outros países, o que favorece a transição para um modelo de desenvolvimento mais limpo e sustentável.

4.3.4. Marcos Legais e Políticas Públicas

O Brasil conta com um arcabouço legal significativo que oferece suporte à industrialização verde, demonstrando o compromisso do país com a transição para uma economia de baixo carbono. Diversos decretos e leis têm sido implementados com o objetivo de estruturar políticas públicas voltadas à sustentabilidade industrial. Entre eles, destaca-se o Decreto nº 11.547/2023, que criou o Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono, responsável por propor diretrizes e coordenar ações para reduzir as emissões no setor industrial. Já o Decreto nº 10.846/2021 instituiu o Programa Nacional de Crescimento Verde, que busca promover o desenvolvimento econômico aliado à conservação ambiental e à inclusão social.

Complementando esse conjunto de medidas, o Decreto nº 10.845/2021 criou o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima e Crescimento Verde, com o objetivo de integrar as ações governamentais em torno da agenda climática e do crescimento sustentável. O Decreto nº 11.632/2023, que instituiu o Novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), também prevê investimentos em infraestrutura com foco em sustentabilidade e inovação. Além disso, a Lei nº 14.299/2022, que criou o Programa de Transição Energética Justa (TEJ), busca garantir que a transição para fontes renováveis e processos industriais menos poluentes ocorra de forma equilibrada e inclusiva, especialmente nas regiões mais dependentes de atividades intensivas em carbono.

Além das normas já estabelecidas, o país também trabalha no desenvolvimento de novas iniciativas, como o Plano de Transformação Ecológica, conduzido pelo Ministério da Fazenda, e a Taxonomia Sustentável Brasileira, que pretende classificar e direcionar investimentos públicos e privados para atividades que contribuem efetivamente com a sustentabilidade ambiental. Esses instrumentos legais e estratégicos consolidam o ambiente institucional necessário para fomentar uma indústria verde, moderna e competitiva, alinhada às exigências ambientais globais e aos objetivos de desenvolvimento sustentável.

4.3.5. Empregos Verde

A transição para uma economia de baixo carbono também traz impactos significativos no mercado de trabalho, com o crescimento dos chamados empregos verdes — ocupações que contribuem direta ou indiretamente para a preservação ou recuperação do meio ambiente. De acordo com dados do DIEESE, esses empregos já representam 6,7% dos postos formais de trabalho no Brasil, o que equivale a aproximadamente 3,1 milhões de trabalhadores inseridos em setores ligados à sustentabilidade.

Apesar do avanço, os dados revelam desafios importantes em termos de remuneração, regionalização e inclusão. A remuneração média dos trabalhadores em setores verdes é de R\$ 2.728, valor ainda inferior à média nacional de R\$ 3.004. Além disso, 55% dessas vagas estão concentradas na região Sudeste, evidenciando uma distribuição desigual das oportunidades pelo território nacional. Outro ponto preocupante é a baixa participação feminina, com 90% das ocupações verdes sendo

ocupadas por homens, o que aponta para uma necessidade urgente de políticas de inclusão de gênero nesse processo de transição.

Há também disparidades salariais entre os próprios setores sustentáveis. Por exemplo, um trabalhador da indústria do carvão recebe, em média, quatro salários-mínimos, enquanto um profissional da energia solar recebe cerca de dois salários-mínimos. Isso mostra que, embora a economia verde tenha potencial de gerar empregos, é fundamental investir em valorização profissional, capacitação técnica e justiça social, garantindo que a transição energética seja não apenas ambientalmente responsável, mas também economicamente e socialmente justa.

4.2. SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

4.2.1. Indústria Verde

A indústria verde representa uma transformação essencial no modo de produção contemporâneo, ao integrar tecnologias limpas, energias renováveis e práticas sustentáveis em seus processos produtivos. Seu principal objetivo é reduzir os impactos ambientais, otimizando o uso de recursos naturais, diminuindo as emissões de gases de efeito estufa e promovendo a economia circular.

No Brasil, um dos exemplos mais expressivos desse movimento é a Ambev, que tem adotado estratégias para minimizar sua pegada de carbono. A empresa passou a utilizar fontes de energia renovável, como biomassa e energia solar, em suas fábricas, o que resultou em uma redução de 25% nas emissões de carbono desde 2020 (Ambev, 2024). Essa iniciativa faz parte de um plano mais amplo da companhia para atingir a neutralidade de carbono nas suas operações.

4.2.2. Cidades Inteligentes

As cidades inteligentes são modelos urbanos que integram tecnologia, inovação e planejamento sustentável com o objetivo de tornar a vida nas cidades mais eficiente, segura e ambientalmente equilibrada. Elas utilizam sistemas digitais e sensores conectados para monitorar e otimizar serviços como mobilidade, energia, segurança, saúde e gestão de resíduos — sempre com foco na redução de impactos ambientais e na melhoria da qualidade de vida da população.

No Brasil, um exemplo emblemático é Curitiba, referência histórica em urbanismo e sustentabilidade, que continua avançando com a modernização de seu sistema de transporte BRT. Desde 2022, a cidade passou a operar com ônibus híbridos, o que resultou em uma redução de 20% nas emissões de gases poluentes (Prefeitura de Curitiba, 2024). A iniciativa alia eficiência no deslocamento urbano com inovação ambiental, mostrando que é possível aplicar soluções tecnológicas mesmo em cidades com desafios estruturais.

Na Europa, a cidade de Estocolmo, na Suécia, implementou um sistema avançado de sensores para o gerenciamento de energia em prédios públicos e residências. Essa estratégia inteligente de monitoramento permitiu uma diminuição de 10% no consumo energético, ao ajustar automaticamente a iluminação e climatização conforme a necessidade real de uso (Estado de Minas, 2024).

4.2.3. Consumo Consciente

No contexto da tecnologia, o consumo consciente envolve escolher produtos mais duráveis e reparáveis, com o objetivo de evitar o desperdício eletrônico (e-waste) e prolongar a vida útil dos aparelhos. A qualidade e a longevidade devem ser priorizadas, já que produtos mais robustos e bem fabricados, além de se desgastarem menos rapidamente, também geram menos lixo eletrônico ao longo do tempo.

Outro aspecto importante do consumo consciente em tecnologia é a reciclagem de aparelhos antigos. Muitos consumidores ainda descartam seus dispositivos eletrônicos de forma inadequada, contribuindo para o aumento do lixo eletrônico, que pode ser altamente poluente. Em vez disso, é essencial que os dispositivos sejam reciclados corretamente, aproveitando materiais como metais e plásticos que podem ser reutilizados em novos produtos.

Além disso, o uso de tecnologias com menor impacto ambiental também faz parte do consumo consciente. Exemplos incluem a escolha de produtos com eficiência energética, como computadores e televisores com certificação Energy Star ou dispositivos móveis com bateria de longa duração que exigem menos recarga, ajudando a economizar energia ao longo do tempo.

4.2.4. Implementações de Curto, Médio e Longo Prazo

Curto Prazo (1-3 anos): Nos próximos anos, diversas iniciativas estão sendo implementadas para promover a sustentabilidade. No Brasil, Salvador já iniciou a instalação de painéis solares em escolas públicas, o que resultou em uma redução de 15% nos custos com energia (Fonte: Prefeitura de Salvador, 2024). Na Europa, a Holanda tem incentivado o uso de bicicletas elétricas, contribuindo para a diminuição de 5% das emissões urbanas (Fonte: Canal Solar, 2024). Já na Índia, um programa de distribuição de lâmpadas LED está permitindo uma redução de 7% no consumo de energia doméstica (Fonte: Ecoa UOL, 2024).

Médio Prazo (3-10 anos): A transição para fontes de energia renováveis e a ampliação de tecnologias sustentáveis ganham destaque no médio prazo. No Brasil, o governo federal tem como meta expandir a energia eólica no Rio Grande do Norte, visando alcançar 20% da matriz energética do estado até 2030 (Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2024). Na Finlândia, o país está investindo em redes elétricas inteligentes para garantir que 60% da sua energia seja renovável, contribuindo para uma gestão eficiente da energia (Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2024). Enquanto isso, a China está ampliando sua infraestrutura de reciclagem com o auxílio de tecnologias inovadoras, processando até 35% dos seus resíduos (Fonte: Agência de Proteção Ambiental da China, 2024).

Longo Prazo (10+ anos): No longo prazo, várias cidades e países têm planos ambiciosos para garantir a sustentabilidade. No Brasil, Belo Horizonte projeta o desenvolvimento de áreas verdes urbanas, com o objetivo de atingir a neutralidade de carbono até 2050 (Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2024). Na Europa, o Reino Unido planeja transformar cidades como Oxford em modelos de sustentabilidade urbana (Fonte: Associação de Cidades Sustentáveis, 2024). Na Ásia, o Japão está apostando fortemente na energia de hidrogênio, com a intenção de se tornar líder em energia limpa no futuro próximo (Fonte: Ministério da Economia, Comércio e Indústria do Japão, 2024).

4.3 IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE

4.3.1 Visão Geral dos Efeitos Ambientais dos Avanços Técnicos

A evolução das técnicas modernas gera consequências ambientais em múltiplas esferas que se espalham globalmente. Estudos da ONU sobre Meio

Ambiente (2023) mostram que o setor técnico é responsável por cerca de 4% das liberações mundiais de gases estufa, com expectativa de crescer para 8% até 2030. A obtenção de materiais básicos para peças eletrônicas danifica ecossistemas significativamente, necessitando processar aproximadamente 1.500 toneladas de recursos para cada tonelada de aparelhos produzidos. Avaliações brasileiras indicam que a união de métodos produtivos tecnológicos e produção energética corresponde a 12% da marca ambiental industrial no país.

4.3.2 Jornada Completa e Custos Ambientais Externos

Analisando toda a trajetória de um produto tecnológico, encontramos prejuízos ambientais em cada etapa. Na coleta de materiais brutos, a extração de elementos raros, fundamentais para componentes eletrônicos, produz quase 2.000 toneladas de sobras tóxicas por tonelada extraída (FEAM, 2024). Na produção, a criação de semicondutores usa elementos químicos com potencial aquecedor até 23.000 vezes maior que o CO₂. A CETESB identifica que substâncias voláteis orgânicas de fábricas tecnológicas ultrapassam em 180% os valores aceitáveis perto de zonas industriais do Brasil. No descarte, cada dispositivo jogado incorretamente contamina cerca de 80m³ de terra e 450.000 litros de água subterrânea com metais nocivos como chumbo e mercúrio (IPT, 2023).

4.3.3 Métodos Abrangentes de Redução

Aproximações completas para diminuir prejuízos ambientais têm mostrado resultados animadores. O uso de princípios de design ecológico reduz em média 43% o impacto durante toda a vida útil dos produtos, segundo pesquisas universitárias (USP, 2023). O movimento "Electronics Goes Green" criou medidas que resultaram em equipamentos com pegada de carbono 58% inferior aos convencionais. No Brasil, negócios participantes do acordo setorial para eletrônicos sustentáveis conseguiram reduzir em 37% o uso de água na fabricação e retirar 89% das substâncias perigosas de seus produtos (CNI, 2024).

4.3.4. Digitalização e Uso De Energia

O Brasil enfrenta dificuldades significativas quanto ao aproveitamento energético no campo tecnológico.

Dados do MME mostram que centros de processamento digital consomem cerca de 2% da eletricidade nacional, crescendo 15% ao ano (MME, 2023). A ABETI revela que somente 34% dos centros de dados brasileiros aplicam tecnologias de alta economia energética, abaixo da média global de 57%.

4.3.5. Modelos Mundiais de Economia Energética Digital

Empresas como Google e Microsoft estabeleceram novos padrões ao desenvolver centros de dados com fontes 100% renováveis. A Microsoft implementou sistemas de resfriamento submarinos na Escócia, diminuindo o consumo de energia em 40% comparado a instalações em terra (Microsoft, 2024). Na Finlândia, o calor residual de centros de dados é aproveitado para aquecimento urbano, utilizando 97% da energia térmica gerada (Instituto Ambiental Finlandês, 2023).

4.3.6. Aproveitamento Circular e Detritos Eletrônicos

O Brasil gera aproximadamente 2,1 milhões de toneladas de sobras eletrônicas anualmente, com índice de reciclagem de apenas 3%, segundo levantamento do IPEA (2024). A Política Nacional de Resíduos

Sólidos, vigente desde 2010, apresenta aplicação desigual no setor tecnológico, com apenas 27% das empresas mantendo programas estruturados de retorno de produtos (ABRELPE, 2023).

4.3.7. Exemplos Internacionais de Reaproveitamento Tecnológico

A UE, através da diretiva WEEE, atinge níveis de recuperação de materiais eletrônicos acima de 65%. A fabricante Fairphone criou dispositivos por módulos com vida útil estendida, permitindo troca individual de peças e diminuindo o descarte prematuro em 73% (Agência Ambiental Europeia, 2024). Na Coreia do Sul, a Samsung criou um programa que recupera 95% dos materiais essenciais de aparelhos coletados (Samsung, 2023).

4.3.8. Consumo de Água Na Indústria Tecnológica

O setor tecnológico brasileiro utiliza aproximadamente 5,7 bilhões de litros de água anualmente em seus processos, conforme a ANA (2023). A fabricação de semicondutores representa o maior consumo relativo, com média de 8.700 litros por metro quadrado de circuito produzido. Um Parque Tecnológico brasileiro implementou sistema de coleta de chuva que diminuiu o uso de água potável em 32%, mostrando potencial ainda pouco explorado no país.

4.3.9. Táticas Hídricas em Companhias Tecnológicas Globais

A fabricante TSMC implementou sistema de reutilização que reaproveitá 87% da água em seus processos industriais (TSMC, 2024). A Intel desenvolve tecnologia de resfriamento por imersão que corta o consumo hídrico em 95% comparado aos sistemas tradicionais, além de reduzir o gasto energético em 30% (Intel, 2023).

4.3.10. Redução de Carbono Tecnológico

O INPE calcula que o setor tecnológico brasileiro emite cerca de 7,8 milhões de toneladas de CO₂ anualmente, representando 2,3% das emissões industriais do país (INPE, 2023). A adoção de métodos de baixo carbono continua limitada a 29% das principais empresas de tecnologia nacionais, segundo estudo do CEBDS (2024).

4.3.11. Exemplos Globais de Neutralidade em Carbono

A Apple alcançou neutralidade em carbono em operações corporativas e estabeleceu objetivo para neutralidade total na cadeia produtiva até 2030. A empresa diminuiu 59% das emissões por unidade desde 2015 (Apple, 2024). A Amazon investiu US\$ 2 bilhões em fundo para desenvolvimento de técnicas de captura de carbono e energia renovável, atingindo 85% de energia limpa em suas operações mundiais (Amazon, 2023).

4.3.12. Digitalização Na Proteção Ambiental

O Brasil desenvolveu sistemas inovadores como PRODES e DETER,

gerenciados pelo INPE, que monitoram desmatamento na Amazônia com precisão de 95% através de sensores remotos (INPE, 2024).

O projeto MapBiomas emprega processamento em nuvem para analisar imagens de satélite, gerando mapeamentos anuais de uso do solo com resolução de 30 metros desde 1985. A empresa Tembici implementou sistema de compartilhamento de bicicletas com monitoramento em tempo real que diminuiu emissões de carbono em 1.800 toneladas nas principais cidades brasileiras (Tembici, 2023).

4.3.13. Inovações Internacionais Transformadoras

A iniciativa Global Forest Watch usa inteligência artificial e imagens de satélite para monitoramento florestal quase instantâneo, detectando desmatamento com 92% de precisão, 47% mais rápido que métodos tradicionais (WRI, 2023). A empresa Ørsted transformou-se em uma das mais intensivas em carbono da Europa para líder mundial em energia eólica marítima, desenvolvendo tecnologia de bases flutuantes que expandiu a capacidade de instalação em 240% (Ørsted, 2024).

5. PROJETO DO SITE

O site "Tecnologia e Sustentabilidade" aplica de maneira fluida e eficaz seis das dez heurísticas de usabilidade propostas por Jakob Nielsen, oferecendo uma navegação acessível e centrada na experiência do usuário.

A primeira heurística observada é a visibilidade do status do sistema. O site mantém o usuário constantemente informado sobre onde está, por conta de uma barra de navegação no topo que permanece visível em todas as páginas. Essa abordagem permite que o visitante compreenda com clareza em qual seção se encontra e quais caminhos pode seguir, promovendo uma sensação de direção e orientação ao navegar.

A segunda heurística aplicada é a correspondência entre o sistema e o mundo real. O conteúdo do site utiliza uma linguagem simples, objetiva e familiar ao público, sem jargões técnicos excessivos. Essa escolha torna a leitura mais acessível e aproxima o usuário dos temas abordados, como sustentabilidade, inovação e tecnologia verde, favorecendo a compreensão mesmo para a população que não tenha conhecimento prévio aprofundado.

Outro aspecto fundamental é a consistência e padronização. O layout segue um padrão visual unificado, com uso constante das mesmas cores, fontes, botões e estrutura de navegação em todas as páginas. Essa uniformidade facilita o uso, pois o visitante aprende rapidamente como interagir com o espaço digital, reduzindo o esforço cognitivo ao navegar pelo site.

A quarta heurística evidenciada é a estética e design minimalista. A interface evita poluição visual, priorizando informações essenciais e eliminando elementos desnecessários que poderiam desviar o foco do usuário. O design limpo corrobora para uma compreensão mais fluida, melhora a absorção do assunto e oferece uma experiência agradável e direta.

A quinta heurística aplicada é a de ajuda e documentação. O site apresenta uma seção dedicada à bibliografia e às referências utilizadas na criação do conteúdo. Embora não substitua uma aplicação de ajuda completo, essa funcionalidade permite que o usuário aprofunde seus conhecimentos em fontes confiáveis e compreenda melhor o embasamento teórico do material apresentado.

A sexta heurística observada é a percepção em vez de memorização. Os

menus principais e os links de navegação estão sempre visíveis, eliminando o requisito de o usuário lembrar de informações de páginas anteriores. Isso facilita a navegação e proporciona uma experiência mais intuitiva, permitindo que o visitante se concentre no conteúdo sem se preocupar com a desenvoltura do site.

A interface do usuário (UI) do site foi desenvolvida com um visual limpo, organizado e agradável. Os elementos gráficos são simples, priorizando a clareza e a compreensão de leitura. A escolha de cores neutras e fontes padronizadas transmite profissionalismo e evita distrações visuais. Ademais, os botões e menus são bem-posicionados e intuitivos, permitindo que o visitante navegue pelo conteúdo sem esforço, o que contribui diretamente para uma boa percepção estética e funcional do projeto.

Em relação à experiência do usuário (UX), o site entrega uma navegação fluida e coerente. A estrutura foi pensada para guiar o usuário de maneira lógica entre os tópicos, com conteúdo bem segmentado e de acesso fácil. A expansividade das páginas, também colabora para uma experiência mais inclusiva, independentemente do dispositivo utilizado. Essa abordagem reforça a responsabilidade com a acessibilidade e o bem-estar do visitante digital.

A base estrutural do site foi construída em HTML (HyperText Markup Language), a linguagem responsável por organizar e hierarquizar o conteúdo apresentado. Com a utilização apropriada de tags como <header>, <nav>, <section>, <footer>, entre outras, o site mantém uma semântica correta, o que é fundamental para a indexação em motores de busca e para leitores de tela utilizados por pessoas com deficiência visual.

O CSS (Cascading Style Sheets) foi utilizado para estilizar as páginas, aplicando cores, fontes, espaçamentos e outras propriedades visuais. A adoção do CSS permite separar o conteúdo da apresentação, facilitando a preservação e atualização do projeto. Além do mais, o layout responsivo indica que técnicas como media queries foram empregadas, garantindo que o design se adapte bem a diferentes resoluções e dispositivos.

O uso de JavaScript no projeto viabiliza interações mais dinâmicas, como efeitos de rolagem suave, animações leves ou respostas a cliques do usuário. Mesmo que a aplicação do JavaScript no site pareça discreto, ele cumpre bem seu papel ao complementar a funcionalidade da navegação sem prejudicar o desempenho ou a acessibilidade das páginas.

A parametrização do projeto também envolveu a utilização de Git e GitHub, sistemas fundamentais para o versionamento de código e colaboração em equipe. O Git permite controlar as alterações feitas no código-fonte, garantindo segurança e rastreabilidade ao desenvolvimento. Já o GitHub, como plataforma de hospedagem, facilita a divulgação do site e a exposição pública do repositório, promovendo transparência e o acesso à informação.

O site adota uma forma de navegação horizontal e hierárquico, com uma barra de menu fixa acima da página que oferece acesso direto às principais seções. Essa estrutura simplifica a localização de elementos e permite que o usuário navegue livremente entre as páginas sem se perder. Essa abordagem, além de reforçar a usabilidade, colabora para uma experiência intuitiva e agradável.

6. DISSERTAÇÃO

7. CONCLUSÃO

A relação entre tecnologia e sustentabilidade representa um dos pilares fundamentais para o enfrentamento dos desafios ambientais contemporâneos. Ao longo deste trabalho, foi possível demonstrar que a inovação tecnológica, quando aliada a princípios ecológicos e sociais, pode ser um vetor transformador no desenvolvimento de soluções sustentáveis. A análise de conceitos como tecnologias verdes, economia de baixo carbono, logística reversa e digitalização ambiental evidenciou que é viável promover progresso econômico sem comprometer os recursos naturais.

O desenvolvimento do site “Tecnologia e Sustentabilidade” reforçou essa visão ao apresentar, de forma acessível e didática, conteúdos voltados à conscientização ambiental, acessibilidade digital e aplicação prática dos conhecimentos em Ciência da Computação. Essa experiência não apenas integrou teoria e prática, mas também reafirmou o papel estratégico da tecnologia na construção de um futuro mais equilibrado, inclusivo e resiliente.

As mudanças climáticas, o aumento na geração de resíduos eletrônicos e a necessidade de transições energéticas sustentáveis evidenciam a importância da atuação consciente dos profissionais da área tecnológica. Repensar os modelos atuais de produção, consumo e descarte é fundamental para promover práticas baseadas na economia circular, na eficiência energética e na responsabilidade socioambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA AMBIENTAL EUROPEIA. Economia circular no setor eletrônico. Copenhagen: AEA, 2024. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/pressroom>. Acesso em: 12 abr. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Usos da água. Brasília: ANA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua>. Acesso em: 18 abr. 2025.

ALVES, Lidiane Aparecida. Cidades saudáveis e cidades inteligentes: uma abordagem comparativa. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 31, e47004, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/5GrsX4DBpNsdfVdhpXkbvYM/?lang=pt>. Acesso em: 18 abr. 2025.

AMAZON. Relatório de Sustentabilidade 2023. Seattle: Amazon, 2023. Disponível em: <https://sustainability.aboutamazon.com/2023-amazon-sustainability-report.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2025.

APPLE. Relatório de Progresso Ambiental 2024. Cupertino: Apple, 2024. Disponível em: https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Progress_Report_2024.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

BANCO MUNDIAL. Relatório sobre Clima e Desenvolvimento para o Brasil. Washington, DC: Banco Mundial, 2023. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/country/brazil/brief/brasil-ccdr>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CEBDS. Integração dos direitos humanos às ações climáticas empresariais. Rio de Janeiro: CEBDS, 2024. Disponível em: https://cebds.org/wp-content/uploads/2024/09/CEBDS_GBI-Climate-and-Human-Rights-Resource_Portuguese_.pdf. Acesso em: 28 abr. 2025.

CETESB. Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2023. São Paulo: CETESB, 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2024/08/Relatorio-de-Qualidade-do-Ar-no-Estado-de-Sao-Paulo-2023.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade. Brasília: CNI, 2023. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/75/49/754945b9-952a-4162-8af5-c0b2d8b601ba/sustentabilidade_abinee_miolo_grafica.pdf. Acesso em: 27 mar. 2025.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (DIEESE). Empregos verdes e sustentáveis no Brasil. São Paulo: DIEESE, 2022. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/outraspublicacoes/2022/empregosVerdesSustentaveisBrasil092022.html>. Acesso em: 14 abr. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional 2022: Ano base 2021. Rio de Janeiro: EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 08 mar. 2025.

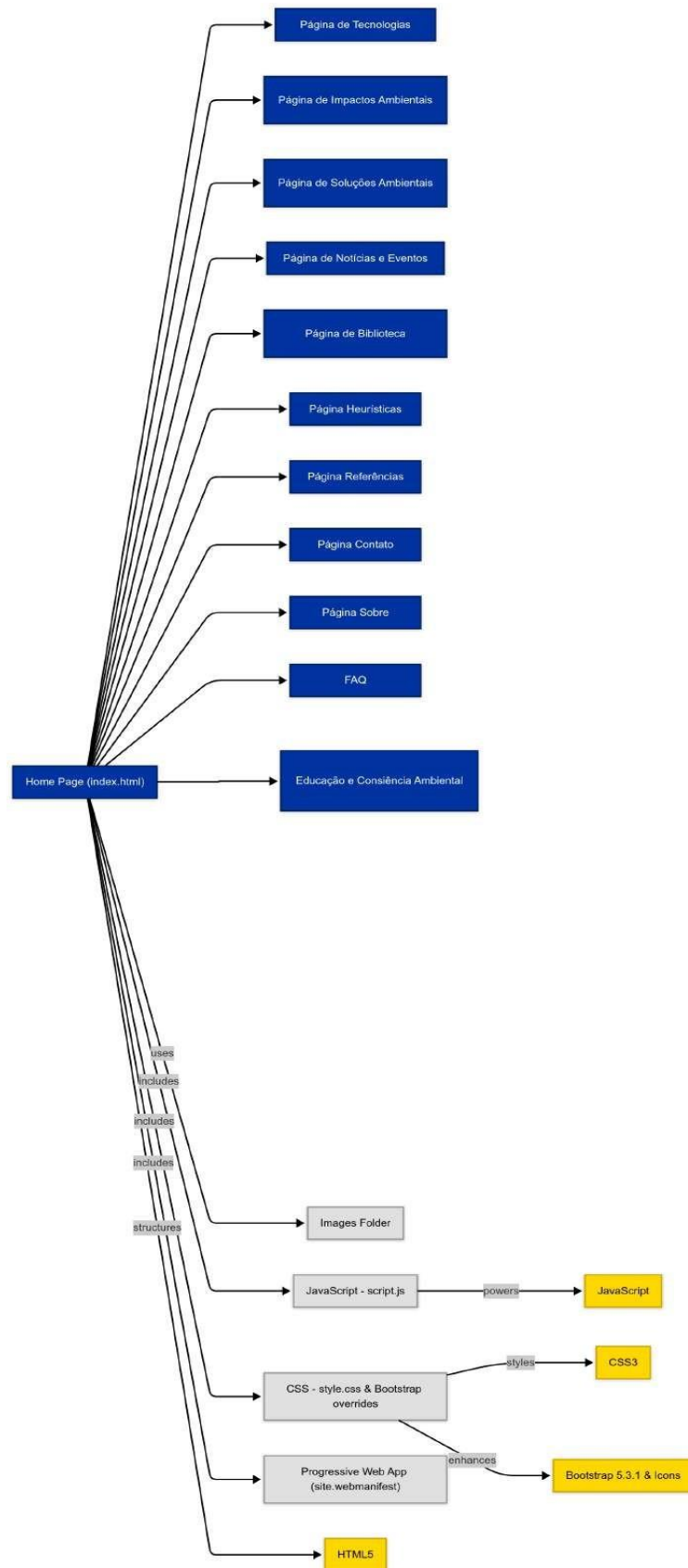
FEAM. Ciclo de debates discute a geração e disposição adequada de resíduos eletroeletrônicos. Belo Horizonte: FEAM, 2024. Disponível em: <https://feam.br/w/ciclo-de-debates-discute-a-geracao-e-disposicao-adequada-de-residuos-eletroeletronicos>. Acesso em: 30 abr. 2025.

FUHR, L.; UNMÜBIG, B.; FATHEUER, T. Crítica à Economia Verde. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2016. Disponível em: https://br.boell.org/sites/default/files/critica_a_economia_verde_-_boll_brasil_-_out_2016_web.pdf. Acesso em: 11 mar. 2025.

PERERA, Charith; QIN, Yongrui; ESTRELLA, Julio C.; REIFF-MARGANIEC, Stephan; VASILAKOS, Athanasios V. Fog computing for sustainable smart cities: a survey. arXiv preprint arXiv:1703.07079, 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1703.07079>. Acesso em: 25 mar. 2025.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (SEMIL). Tecnologias sustentáveis. São Paulo: SEMIL, 2023. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2023/07/tecnologias-sustentaveis/>. Acesso em: 12 abr. 2025.

ANEXO 1: ESTRUTURA DO SITE



ANEXO 2: ESTRUTURA DO CÓDIGO