

TI VERDE COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA: O CASO DA CENIBRA

GREEN IT AS A CORPORATE SUSTAINABILITY STRATEGY: THE CASE OF CENIBRA

JEAN CECILIO GONCALVES
UNILESTE MG

LUCAS PINTO DE CARVALHO
UNILESTE MG

Comunicação:

O XIII SINGEP foi realizado em conjunto com a 13th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

TI VERDE COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA: O CASO DA CENIBRA

Objetivo do estudo

O trabalho tem como objetivo investigar a integração entre práticas de sustentabilidade e tecnologia da informação por meio de um estudo de caso da Cenibra, analisando como soluções informatizadas podem contribuir para objetivos ambientais, sociais e de governança (ESG) em corporações brasileiras.

Relevância/originalidade

A integração entre TI e sustentabilidade ainda é pouco estudada em empresas brasileiras. A maioria dos trabalhos aborda contextos estrangeiros. Esse estudo se destaca por investigar essa relação no Brasil, com base em um caso real e representativo do setor industrial.

Metodologia/abordagem

A pesquisa é aplicada, qualitativa e exploratória, com base em estudo de caso e pesquisa bibliográfica (Vergara, 2006) Foram utilizados documentos institucionais e relatórios da Cenibra, com foco na identificação de impactos da TI Verde nos pilares ESG e na estrutura organizacional.

Principais resultados

A adoção de TI pela Cenibra resultou em redução de desperdícios, melhorias na logística florestal e maior eficiência operacional. As soluções integradas e de inteligência artificial trouxeram ganhos ambientais, econômicos e sociais, conectando inovação à sustentabilidade.

Contribuições teóricas/metodológicas

O estudo reforça a TI Verde como eixo estratégico da sustentabilidade. Contribui metodologicamente ao validar a análise documental aplicada a dados corporativos, oferecendo um modelo descritivo que pode inspirar novas soluções alinhadas aos princípios ESG no contexto corporativo nacional.

Contribuições sociais/para a gestão

O estudo oferece exemplos reais e conteúdo para gestores incorporarem soluções tecnológicas com responsabilidade ambiental. Socialmente, destaca o papel da TI na sustentabilidade ao promover qualidade ambiental, uso racional de recursos e redução de desperdícios e poluição.

Palavras-chave: Tecnologia da Informação, Sustentabilidade, TI Verde, ESG, Gestão ambiental

GREEN IT AS A CORPORATE SUSTAINABILITY STRATEGY: THE CASE OF CENIBRA

Study purpose

This study aims to investigate the integration between sustainability practices and information technology through a case study of Cenibra, analyzing how computerized solutions can contribute to the environmental, social, and governance (ESG) goals of Brazilian corporations.

Relevance / originality

The integration between IT and sustainability is still underexplored in Brazilian companies. Most existing studies focus on foreign contexts. This research stands out by investigating this relationship in Brazil, based on a real and representative case from the industrial sector.

Methodology / approach

This is an applied, qualitative, and exploratory research, based on a case study and bibliographic research (Vergara, 2006). Institutional documents and Cenibra's sustainability reports were analyzed to understand how Green IT contributes within Brazilian corporations.

Main results

The adoption of IT by CENIBRA led to waste reduction, improvements in forest logistics, and increased operational efficiency. Integrated and artificial intelligence solutions generated environmental, economic, and social gains, effectively connecting innovation to sustainability.

Theoretical / methodological contributions

The study reinforces Green IT as a strategic pillar of sustainability. It contributes methodologically by validating document analysis applied to corporate data, offering a descriptive model that can inspire new solutions aligned with ESG principles in the national corporate context.

Social / management contributions

The study provides real examples and practical content for managers to adopt technological solutions with environmental responsibility. Socially, it highlights the role of IT in sustainability by promoting environmental quality, rational use of resources, and the reduction of waste and pollution.

Keywords: Information Technology, Sustainability, Green IT, ESG, Environmental Management

TI VERDE COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA: O CASO DA CENIBRA

1 Introdução

A crise climática, o aumento da pressão regulatória e a cobrança por políticas ambientais têm exigido mudanças expressivas dentro das organizações. Aos poucos, a lógica de crescimento a qualquer custo tem sido substituída por modelos que reconhecem a necessidade de se aliar crescimento econômico com preservação ambiental. Iniciativas como a Agenda 2030 da ONU e os critérios sociais, ambientais e governança (ESG) passaram a nortear empresas na construção de estratégias que aliem crescimento econômico com preservação ambiental. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2023), a janela para conter o aquecimento global a 1,5 °C está se fechando rapidamente, exigindo respostas estratégicas do setor privado.

No contexto brasileiro, foi construído nas últimas décadas um arcabouço legislativo consistente para a preservação ambiental (OCDE, 2021). Endurecimento de leis, o fortalecimento da fiscalização e o agravamento das mudanças climáticas tem pressionado empresas para mudanças em seus processos. Setores industriais, como o de papel e celulose tem enfrentado exigências cada vez mais rigorosas. Nesse contexto, a tecnologia da informação (TI) emerge como agente transformador na transição para modelos sustentáveis. Melville (2010) destaca que a pesquisa em sistemas de informação tem papel relevante na interseção entre informação, organizações e meio ambiente, apoiando o desenvolvimento de estratégias ambientais inovadoras e contribuindo para a criação de sistemas que estabelecem novos padrões de responsabilidade ambiental.

Nesse cenário, a partir de 2007, o conceito de TI Verde (*Green IT*) se popularizou. Esse conceito define um movimento que busca reduzir o impacto ambiental da TI, por meio de novos designs, novos materiais e do uso e descarte correto do hardware. Ao mesmo tempo, se utiliza das inovações tecnológicas para potencializar ações sustentáveis dentro das empresas (Murugesan, 2008). Para empresas como a CENIBRA, líder no Vale do Aço (MG) e referência na produção de celulose, essas ferramentas não são apenas aliadas ambientais, mas também vantagens competitivas ao fortalecer a imagem institucional, atender às exigências regulatórias e aumentar a eficiência operacional.

Estudos de caso sobre a aplicação concreta de TI Verde permitem compreender como discursos e movimentos ambientais se traduzem em ações concretas. A Cenibra, com seu protagonismo na indústria de celulose, representa um caso nacional importante e representativo das potencialidades dessas integrações. Através das suas ações e seus dados, é possível observar como a tecnologia contribui para práticas mais responsáveis em relação aos princípios ESG. Embora ESG e sustentabilidade sejam amplamente estudados dentro da literatura acadêmica, há pouco conteúdo multidisciplinar que demonstre como a tecnologia da informação opera como uma união dos três pilares dentro de empresas brasileiras.

Diante disso, esse artigo tem como objetivo analisar como se deram as inovações tecnológicas implementadas pela CENIBRA e quais seus impactos sociais, ambientais e corporativos. O estudo adota uma abordagem exploratória, com ênfase em análise documental e pesquisa bibliográfica. Ao apresentar um caso nacional, busca-se contribuir para o avanço do debate das potencialidades da TI, preencher uma lacuna com a análise de como a tecnologia da informação se liga aos princípios ESG e oferecer conteúdo para gestores que desejam maior aproximação aos movimentos globais de sustentabilidade.

2 Referencial Teórico

2.1 Sustentabilidade corporativa

O conceito de sustentabilidade remonta ao século XVII, com a obra *Sylvicultura Oeconomica*, onde Hans Carl Von Carlowitz (1713) propôs um modelo de exploração florestal que respeitasse o tempo de regeneração natural das árvores, demonstrando uma preocupação com o equilíbrio em se preservar e explorar (Grober, 2007). Essa ideia antecipava a noção de limites ecológicos no uso da natureza. Um entendimento inicial, centrado na conservação ecológica, que, com o tempo, evoluiu ao longo dos séculos para abranger novas dimensões, consolidando-se como eixo fundamental das discussões sobre o desenvolvimento global.

O debate ganha amplitude no século XX, especialmente a partir dos anos 1960 e 1970, quando autores como Rachel Carson, a primeira cientista a constatar que o uso de pesticidas agrícolas atinge todo o ecossistema (água, solo, fauna e flora), lançou o livro *Silent Spring*, que fundou o ambientalismo moderno e alertou sobre um modelo de desenvolvimento desenfreado baseado na exploração industrial sem limites. Ao mesmo tempo, cientistas do MIT (Meadows et al., 1972) projetaram cenários globais de crescimento demonstrando que crescimento econômico infinito é incompatível com um planeta de recursos finitos. Toda essa tensão consolidou o paradoxo do “progresso destrutível” que pressupõe que quanto maior o aumento da produtividade sem pensamento ambiental maiores as chances de colapso ecológico.

Um marco importante na consolidação do pensamento ambiental deu-se na publicação do documento “*Our Common Future*” pela ONU em 1987. Esse documento define sustentabilidade como um desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades (WCED, 1987). O documento teve ampla aceitação nas comunidades políticas e científicas, estabelecendo diretrizes para o futuro sustentável da sociedade global.

“Ao lidar com a poluição industrial e a degradação dos recursos, é essencial que a indústria, o governo e o público tenham referências claras. Onde houver força de trabalho e recursos financeiros disponíveis, os governos nacionais devem estabelecer metas ambientais claras e aplicar leis, regulamentos, incentivos e padrões ambientais às empresas industriais.” (*World Commission on Environment and Development*, 1987, p. 151, tradução nossa).

Após a comunidade política e científica internacional apontarem a urgência de se criar metas ambientais para a indústria, governo e o público, surgiu dentro do Banco Mundial, no início dos anos 2000, o conceito de ESG. Essa sigla representava um divisor de águas dentro da gestão das empresas, pois traçou um caminho para integrar critérios ambientais, sociais e de governança na tomada de decisão dos gestores. A proposta era: empresas comprometidas com o futuro do planeta estariam mais preparadas para encararem riscos globais e as novas normas e legislações. O termo ESG foi formalizado a partir do relatório “*Who Cares Wins*” (2004), desenvolvido pelo Pacto Global da ONU em colaboração com instituições financeiras internacionais, propondo a integração de critérios ambientais, sociais e de governança na avaliação de riscos e oportunidades empresariais. Toda análise de risco e atração de capital passou a observar se as empresas possuíam capacidade de garantir resiliência em suas operações

a longo prazo. Empresas com histórico de impactos socioambientais negativos passaram a enfrentar maior resistência por parte de investidores, enquanto organizações com práticas sustentáveis passaram a ser vistas como mais resilientes e atrativas para o capital internacional.

Nesse contexto, a ESG consolidou-se como pilar central dentro da sustentabilidade corporativa. Organizações e indústrias em todo mundo entenderam a urgência ambiental e a necessidade de reformular suas operações para garantir que estivessem alinhadas aos princípios modernos de gestão, devido aos novos desafios climáticos, regulatórios e de atração de capital no século XXI.

2.2 A TI Verde na prática da sustentabilidade corporativa

Enquanto o debate ambiental ganhava tração dentro de fóruns internacionais, a tecnologia da informação avançou em ritmo exponencial, aumentando sua capacidade de processamento, novos materiais e tecnologias. Essa coincidência histórica criou um cenário propício para a união dessas duas áreas.

TI Verde (*Green IT*) refere-se a um conjunto de práticas que buscam minimizar o impacto da infraestrutura que a tecnologia demanda e simultaneamente promovem a inovação como aliada para a sustentabilidade corporativa (Murugesan, 2008). Isso inclui desde o uso otimizado de energia elétrica e metais raros em servidores até a criação de sistemas inteligentes de monitoramento do lixo.

A integração entre ESG e TI demonstrou alto grau de compatibilidade desde o início. No pilar ambiental, as oportunidades de mudanças são significativas, como, por exemplo, o gerenciamento inteligente de recursos. Dentro dessa área, *smart meters* (medidores inteligentes) e modelos de inteligência artificial podem mapear e reduzir o consumo elétrico gerando economia e mais sustentabilidade. Em países que dependem de fontes energéticas não-renováveis, esses avanços tecnológicos representam a força da Green IT na mitigação dos problemas do século XXI (Meeks et al, 2023). No eixo social, como mostram Abebe et al (2019), a tecnologia da informação pode resolver problemas e contribuir para mudanças na sociedade por oferecer maior capacidade analítica do que outras tecnologias ao usar dados e algoritmos para mapear soluções e revelar padrões de desigualdade por meio de análise computacional. No eixo de governança, um estudo saudit analisou 154 empresas e demonstrou que gestores que utilizam soluções de TI tem melhor desempenho administrativo (Singh & Alhulail, 2023). Esses exemplos demonstram que a computação não deve ser lida apenas por uma lente técnica, mas multidisciplinar, pois ela dialoga profundamente com os três pilares ESG.

Avanços sugerem que a TI pode ser mais do que uma ferramenta auxiliar. Estudos como os de Watson, Boudreau e Chen (2010) e Gholami et al. (2013) propõem que os sistemas de informação sejam concebidos de forma proativa para induzir mudanças de comportamento, reduzir pegadas ecológicas e gerar vantagem competitiva sustentável. Essa visão amplia o escopo da TI Verde para um campo mais abrangente, denominado *Green IS*, que considera também aspectos organizacionais, culturais e estratégicos da sustentabilidade digital.

A tecnologia da informação verde, portanto, deve ser entendida como um pilar estratégico de sustentabilidade corporativa, pois ela abrange os princípios de gestão mais modernos. Empresas que compreendem esse potencial alcançam resultados capazes de melhorar sua governança, reduzir impactos ambientais e trazer mais segurança em um mundo que avança em direção a mais regulações.

2.3 Sustentabilidade na indústria de papel e celulose

A indústria florestal é uma das cadeias mais importantes da economia brasileira. Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2023), o Brasil produz mais de 25 milhões de toneladas de materiais, tem mais de 10 milhões de hectares de áreas cultivadas e em 2022 se tornou o maior produtor e exportador de celulose no mundo. Esse protagonismo tem um custo: uma demanda imensa de água e energia, além de gerar quantidade expressiva de resíduos.

Nas últimas décadas, o Brasil consolidou uma das legislações ambientais mais rigorosas do mundo (OCDE, 2021). Décadas de uso predatório dos recursos naturais foram combatidas por forte pressão internacional, especialmente após as reuniões da ONU na década de 80 (WCED, 1987). Na indústria madeireira, onde há uso massivo de água, energia e solo, as normas foram ainda mais duras. Empresas brasileiras desse setor precisaram se adaptar a diversas leis que licenciam a operação florestal e exigem tratamento de resíduos e conservação de áreas verdes.

Dentre as normativas do setor, pode-se destacar a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981) que considerou o meio ambiente um patrimônio público e criou o licenciamento ambiental. Mais recentemente, destacam-se o Código Florestal (Lei 12.651/2012) que estabeleceu normas sobre o controle da vegetação e definiu as reservas legais e a Política de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) que instituiu a destinação correta dos resíduos e a logística reversa. Cumprir todas as regras federais já é um trabalho árduo, porém ainda existe mais fiscalização localizada. Há também normas específicas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), além de exigências adicionais de órgãos estaduais. Essa crescente pressão regulatória e por adequação ambiental, como destacam Porter e van der Linde (1995), pode atuar como catalisadora de inovações operacionais e tecnológicas nas empresas.

A conformidade legal exige controles rigorosos, vigilância constante e planejamento contínuo. Nesse contexto, a adoção da Green IT com seus sistemas digitais, plataformas de gestão, inteligência artificial, sensores e aplicativos oferece um caminho promissor para mitigar riscos operacionais e alcançar excelência em gestão ambiental.

2.4 TI Verde no Brasil

No Brasil, fora das grandes companhias, ainda é raro encontrar políticas de TI Verde. Algumas dezenas de empresas utilizam de soluções de tecnologia para controle das suas ações ambientais, mas são minorias. São ações pontuais, sem unir os três pilares de ESG e tratando TI, sustentabilidade e gestão como temas separados. Essa postura empresarial brasileira enfraquece o potencial que a Green IT tem de transformar a realidade nacional. Estudos demonstram que as principais barreiras para adoção de práticas sustentáveis nas empresas do Brasil são internas, como a falta de preparo de gestores, cultura organizacional e ausência de visão estratégica (Souza Jabbour et al., 2016).

A literatura científica nacional se concentra em temas recorrentes. A grande maioria dos artigos discutem eficiência energética, resíduos e poluição, mas ainda trazem lacunas sobre o uso da TI como protagonismo em ESG para atender as normas ambientais e melhorar indicadores de gestão. A literatura internacional, por outro lado, vem discutindo desde a última década o papel estratégico da tecnologia na gestão ambiental através das empresas. Dao, Langella e Carbo (2011), por exemplo, propuseram modelos teóricos no qual a TI pode integrar os pilares ESG e atuar no desenvolvimento das empresas. O mundo está em mudança e as novas realidades demandam maior adesão, entendimento e transformação pela tecnologia. O estudo de empresas reais, como a CENIBRA, fundamenta essa questão. Através de documentos e dados institucionais, esse estudo demonstra, em casos concretos, onde a TI Verde está presente, como se manifesta e quais resultados ela pode gerar.

3 Metodologia

O estudo possui natureza aplicada, com abordagem metodológica qualitativa. Possui natureza exploratória, delineada como um estudo de caso, de caráter bibliográfico e documental (Vergara, 2006). Foi escolhido essa metodologia pela necessidade de entender as ações concretas de uma empresa nacional relevante, atuando em um setor sensível ambientalmente e que atua na vanguarda da produção tecnológica na área ambiental.

A pesquisa bibliográfica permitiu mapear conceitos, teorias e estudos anteriores relacionados a *Green IT* e a sustentabilidade corporativa. A pesquisa documental foi adotada porque a análise se baseou em relatórios institucionais e documentos disponibilizados pela CENIBRA.

3.1 Empresa

A empresa CENIBRA é uma das maiores produtoras de celulose do Brasil. Produz por ano mais de 1 milhão de toneladas de celulose e exporta a maioria dela para Europa e Ásia (CENIBRA, 2024a). Sendo referência na área de celulose, adota diversas certificações internacionais, como FSC, ISO 14001, PECF e Cerflor (CENIBRA, 2023). A empresa atua a partir do Vale do Aço (MG) e possui uma operação integrada que abrange diversos municípios do leste de Minas Gerais.

Além da sua relevância produtiva, a CENIBRA tem forte impacto na economia regional e nacional, gerando milhares de empregos diretos e indiretos, fomentando a cadeia de fornecedores e contribuindo para o desenvolvimento econômico nas comunidades onde atua. Essa representatividade, aliada ao compromisso com práticas ambientais e tecnológicas, torna a empresa um caso de sucesso para o estudo da aplicação de Tecnologia da Informação Verde no contexto brasileiro.



Imagem 1 - fábrica da Cenibra localizada em Belo Oriente, Minas Gerais.

3.2 Processo de análise

Durante a análise documental foi adotado uma metodologia qualitativa, identificando e organizando os dados. Buscou-se evidências do uso estratégico da tecnologia pela empresa para resolver questões ambientais e ampliar a visão acerca de iniciativas que demonstravam estar relacionadas com a pesquisa. A pesquisa focou aliar teoria e prática para entender como a TI se relaciona na sustentabilidade corporativa.

Inicialmente, foi feito o levantamento de fontes primárias e solicitamos documentos com a área de inovação da empresa. Foram priorizados os documentos publicados entre 2021 e 2025, mostrando a atualidade das informações. Os conteúdos foram organizados em cada pilar de gestão ESG. Cada documento foi examinado com a presença de soluções digitais, inovações em TI e sustentabilidade. Todos os dados foram interpretados sob a ótica da TI Verde, conforme discutido no referencial teórico. Foram identificadas boas práticas que fornecem informações relevantes para aplicação de Green IT no contexto brasileiro.

3.3 Dados

O estudo utilizou de documentos institucionais obtidos após contato com a empresa a partir da área de inovação. A empresa encaminhou diversos relatórios oficiais, internos e públicos sobre as ações ambientais da empresa. Esses análise documental fundamentou o entendimento das práticas da empresa em relação a *Green IT*.

A CENIBRA, por ser uma empresa de grande porte, é auditada por consultorias independentes. Seus relatórios são auditados e todos os seus selos (ISO 9001, ISO 14001, ISO IEC 17025, CERFLOR, PEFC e FSC) foram obtidos por análises externas. Diante do fato que os documentos analisados foram auditados, pode-se afirmar transparência e verdade sobre os dados utilizados.

Os documentos analisados neste estudo foram extraídos dos Relatórios de Sustentabilidade da CENIBRA, elaborados conforme os padrões da *Global Reporting Initiative*

(GRI). Esses relatórios incluem dados do Instituto CENIBRA e da CENIBRA Logística e são alinhados ao plano estratégico de sustentabilidade da empresa. Além disso, parte das informações são auditadas e integradas ao Relatório Anual da Administração (RAAD), conforme os artigos 133 e 142 da Lei das Sociedades por Ações, reforçando a credibilidade institucional dos dados apresentados (CENIBRA, 2023).

4 Resultados e discussões

4.1 Pilar Ambiental

4.1.1 Otimização da estocagem de madeira com inteligência artificial

Uma das ações mais expressivas da Cenibra nos últimos anos foi a adoção de aprendizado de máquina para controle do estoque de madeira. O projeto integrou algoritmos de inteligência artificial com sensores LiDAR (*Light Detection and Ranging*), visando quantificar corretamente o estoque de toras por meio de varreduras do terreno e vegetação. Modelos de machine learning, incluindo redes neurais recorrentes (RNN), foram ajustados para medição precisa desses estoques. A aplicação dessa tecnologia gerou modelos computacionais robustos, alimentados por pixels parametrizados de 4cm². (Informação obtida por comunicação direta com a equipe da CENIBRA, 2025)

A aplicação dessa tecnologia gerou ganhos ambientais, como maior controle e previsibilidade sobre os estoques, contribuiu para um maior planejamento de colheita evitando excessos e perdas logísticas, além de otimizar o corte de árvores. O ganho de eficiência sobre os estoques também permitiu à empresa diminuição de insumos e desperdícios.

No campo teórico, essas medidas dialogam profundamente com o trabalho de Dao et al (2011), pois demonstram o uso estratégico da TI para desenvolvimento de soluções sustentáveis. A *Green IT*, não apenas automatizou tarefas e melhorou o pilar ambiental, como também contribuiu para um ganho de inteligência da empresa sobre seus ativos ambientais, gerando maior racionalidade decisória e dialogando com os pilares de governança.

Ao empregar inteligência artificial com LiDAR, a empresa inaugurou uma nova lógica de monitoramento inteligente de recursos naturais, se aliando à precisão digital, eficiência e inovação contínua.

4.1.2 Solução Mobile para coleta de resíduos

Outra iniciativa recente da Cenibra no campo da sustentabilidade corporativa foi o desenvolvimento de uma solução mobile para cadastro de pontos para coleta de resíduos. O projeto teve como objetivo mapear, registrar e gerenciar esses pontos por meio de um aplicativo instalado em celulares da empresa. Através de geolocalização integrada foi possível a digitalização de um processo que historicamente dependia de métodos manuais sujeitos a erros e inconsistências. Além disso, a interação também simplifica a supervisão dos gestores com a adição de novos pontos ou quaisquer mudanças relacionadas a pontos de coleta no local pelo próprio celular (Informação obtida por comunicação direta com a equipe da CENIBRA, 2025).

Do ponto de vista ambiental, a ampliação da coleta seletiva contribui para a diminuição de volumes destinados a aterros, além de estimular a reciclagem e valorização de insumos reutilizáveis. Essas ações da empresa dialogam com princípios ESG e de economia circular.

A execução do projeto foi feita internamente dentro da Cenibra, desde a concepção da ideia, o seu desenvolvimento pelo setor de TI da empresa por três meses, até a aquisição de dispositivos móveis e integração com os processos existentes. Esses fatos revelam cultura

digital. Em 2023, a empresa registrou 109.891 toneladas de resíduos recicláveis sendo enviadas para reciclagem. Um aumento de impressionantes 109% em relação à 2022 (CENIBRA, 2023). Esses resultados sugerem que as soluções digitais, como o aplicativo de cadastro dos pontos de coleta, contribuem para uma logística reversa eficiente e para o cumprimento das metas previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ao incorporar a TI à gestão de resíduos, a empresa aumenta sua rastreabilidade, reduz perdas e reforça sua governança ambiental.

4.1.4 Contribuições estratégicas da TI Verde para a Sustentabilidade Ambiental

As soluções implementadas pela Cenibra, como o uso de inteligência artificial para estocagem de madeira e o desenvolvimento de aplicativos para coleta seletiva evidenciam uma transformação da sustentabilidade ambiental por meio da TI Verde. O alinhamento dessas práticas corrobora a noção de Murugesan (2008) e Dao et al (2011) ao reforçar a capacidade da empresa em utilizar a tecnologia como vetor estratégico de sustentabilidade. Ao unir digitalização, controle ambiental e desempenho ecológico, a CENIBRA se torna exemplo de maturidade ambiental que está além da mera adoção da tecnologia isoladamente, posicionando-se como referência nacional na aplicação da TI Verde como pilar ESG.

Evidencia-se, assim, que a CENIBRA transitou de um modelo tradicional para uma lógica de gestão sustentável com uso da tecnologia, afirmando o papel da TI e seu potencial na transformação das organizações.

4.2 Pilar de Governança

4.2.1 Sistema SAP como pilar de integração corporativa

A governança corporativa da CENIBRA tem sido reforçada por meio de uma mentalidade estruturada em sistema de informação. Foi implementado o sistema SAP (*Systems, Applications, and Products in Data Processing*). Trata-se de um sistema integrado de gestão empresarial (ERP) que unifica dados financeiros, logísticos, ambientais e de pessoal em uma plataforma inteligente melhorando os processos internos. Unificar os dados em sistemas informatizados permite maior rastreabilidade, transparência, controle de contas e cumprimentos das legislações ambientais. (CENIBRA, 2023).

Com o SAP, a empresa consegue integrar setores, evitar falhas humanas e melhorar a tomada de decisão. A capacidade do sistema de gerar relatórios auditáveis contribui diretamente para o cumprimento de legislações ambientais e padrões internacionais como a ISO 14001. O uso do SAP também reforça a governança baseada em dados. A empresa deixa de depender de controles manuais e passa operar digitalmente, o que a torna menos propícia a erros administrativos.

Além disso, o sistema permite a automação de processos que exigem controle regulatório, como os licenciamentos ambientais e a gestão de resíduos. A TI, nesse contexto, atua como um facilitador da governança, reduzindo assimetrias informacionais e tornando as decisões mais precisas, tanto para uso interno quanto para checagem de cumprimento das legislações.

A adoção do SAP alinha-se às contribuições de Singh & Alhulail (2023), que demonstraram que empresas que utilizam sistemas de TI robustos tendem a ter melhor desempenho na governança por fortalecerem a cultura de eficiência organizacional. Com isso, observa-se que a TI não é apenas uma ferramenta, mas um instrumento de transformação da cultura de gestão de uma empresa.

4.2.2 PMCI: Inovação como vetor de governança participativa

Outro destaque relevante na governança da CENIBRA é o PMCI (Programa de Melhoria Contínua e Inovação). Esse programa propõe práticas internas de escuta, proposição de ideias e implementação de melhorias propostas pelos próprios funcionários, sendo operacionalizado por meio de ferramentas digitais que recebem, organizam e distribuem as sugestões. (CENIBRA, 2023)

O PMCI representa um modelo de governança participativa, onde os colaboradores não apenas executam funções, mas também são coautores das soluções internas. A plataforma digital utilizada permite que as ideias enviadas sejam categorizadas, avaliadas por comissões técnicas e, se aprovadas, recebam incentivos e reconhecimento público. Isso fomenta engajamento interno, descentralização de poder e uma cultura de inovação interna da empresa. Por meio do PMCI, por exemplo, foi implementado a tecnologia de inteligência artificial para otimizar a Processo de estocagem de madeira da CENIBRA.

De acordo com o Portal Celulose (2022), 29 projetos foram inscritos no PMCI, dos quais diversos foram incorporados à rotina da empresa. Um dos focos principais foi a otimização de processos ambientais, alinhando a inteligência coletiva da empresa com os princípios ESG.

Essas ações através do PMCI mostram que a TI pode ser usada não apenas como mecanismo de controle vertical, mas como base para uma cultura horizontal de gestão, onde a inovações tecnológicas surgem da base e sobem para a liderança.

4.2.3 TI Verde como vetor de eficiência e ganho econômico

Segundo a CENIBRA (Informação obtida por comunicação direta com a equipe da CENIBRA, 2025), a intensificação dos processos de venda e doação de resíduos sólidos resultou em uma elevação de 109% no volume comercializado e destinado a reaproveitamento. Esse crescimento está diretamente associado à implementação e uso intensivo do sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), que é integrado com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) por meio de uma API e possibilitou o acesso em tempo real aos registros de transporte.

Esse rastreamento aprimorou significativamente a eficiência logística e a gestão de resíduos, viabilizando maior aproveitamento econômico e cumprimento mais rigoroso das exigências regulatórias.

4.2.4 Contribuições estratégicas da TI Verde para a Governança Corporativa

Ao adotar o SAP e promover o PMCI com uso da tecnologia da informação, a CENIBRA demonstra um modelo de governança tecnológica, transparente e participativa, características que se alinham com os princípios mais modernos da ESG. Os sistemas de informação deixam de ser suporte e se tornam fundamentais para inteligência organizacional da empresa.

As práticas observadas dialogam diretamente com Dao et al. (2011), ao evidenciar que a TI pode ser usada como vetor de sustentabilidade integrada. Ao facilitar a governança com base em dados, controle de compliance, participação coletiva e inovação contínua, a TI demonstra estar alinhada com a governança corporativa.

Dessa forma, a gestão da CENIBRA não se torna apenas reativa ou burocrática, mas proativa e estratégica, capaz de antecipar riscos e promovendo a cultura de melhoria contínua. Isso reforça que a TI Verde, ao integrar dados e processos, é um pilar essencial da governança do futuro.

4.3 Pilar Social

4.3.1 Saúde ocupacional orientada por dados e sensores

Dentro da empresa, foi colocada em prática uma estratégia inovadora voltada ao cuidado com a saúde dos trabalhadores, aliando tecnologia à prevenção. Por meio de plataformas digitais de gestão de riscos, a equipe acompanha em tempo real diversos indicadores, como o PCMSO (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional) e registros de incidentes. O uso da TI Verde, nesse contexto, permite uma atuação preventiva utilizando os recursos computacionais. Outro exemplo da tecnologia a serviço dos trabalhadores é a instalação de sensores de fadiga em 22 veículos da empresa. Esses sensores monitoram sinais fisiológicos e comportamentos dos condutores emitindo alertas automatizados em tempo real com o objetivo de prevenir acidentes decorrentes de exaustão e para aumentar a segurança. (CENIBRA, 2023)

Essa ação ilustra a união entre tecnologia embarcada, Internet das Coisas (IoT) e TI Verde, ao utilizar sensores e algoritmos para gerar impacto direto na preservação da vida e mitigar riscos ocupacionais.

4.3.2 Educação digital e inclusão tecnológica

A CENIBRA tem investido na formação dos seus colaboradores por meio de soluções educacionais baseadas em tecnologia. Um exemplo é o uso de plataformas de ensino a distância (EAD) que podem ser acessadas pelo computador ou celular, como a adotada para o curso de inglês, que registrou 2.270 horas de estudo em 2023. A escolha do formato EAD evita deslocamentos, amplia o acesso ao conhecimento e reduz o consumo de materiais impressos alinhando-se o pilar de sustentabilidade com o pilar social. (CENIBRA, 2023)

Além disso, a empresa apoia diretamente a capacitação em áreas estratégicas da transformação digital devido às novas exigências do mundo tecnológico. 30 empregados participam de um curso de Especialização em Ciência de Dados. A iniciativa representa um passo importante na formação de competências analíticas e tecnológicas no ambiente corporativo, promovendo inclusão digital, mobilidade profissional, adequação da mão de obra para as demandas de tecnologia e uso mais eficiente das ferramentas informacionais.

Essas ações demonstram como a tecnologia educacional pode ser aliada da gestão e dos trabalhadores, permitindo que a inovação chegue às pessoas e contribuindo para os objetivos sociais e ambientais da organização.

4.3.3 Contribuições estratégicas da TI Verde para a responsabilidade social

A tecnologia demonstrou estar relacionada com boas práticas de responsabilidade social. A TI Verde, por exemplo, se colocou dentro da CENIBRA como uma grande aliada de ações voltadas à valorização humana, um ambiente de trabalho mais seguro e inclusão digital. Essas estratégias promovem maior eficiência dentro da empresa e reforça o papel como transformadora na comunidade ao seu redor. Ao ser aplicada em treinamentos, saúde ocupacional e educação, permite conjugar os objetivos de crescimento econômico com desenvolvimento humano e compromisso ambiental. Dessa forma, demonstra-se como a TI se expressa como uma ferramenta que fortalece os pilares sociais de organizações.

4.4 Síntese dos resultados

A análise dos documentos e relatórios mostrou que a CENIBRA possui um grande sistema de inovação tecnológica. A empresa desenvolveu soluções de tecnologia da informação nos três pilares ESG e se coloca como exemplo nacional relevante da integração entre tecnologia e sustentabilidade. A tabela abaixo representa uma síntese dos resultados:

Tabela 1 – Soluções tecnológicas da CENIBRA

Pilar ESG	Solução de TI	Benefícios observados	Impactos observados
Ambiental	Inteligência Artificial na estocagem de madeira	Menor desperdício e eficiência logística	Previsibilidade do estoque
Ambiental	Solução Mobile para coleta de resíduos	Maior eficiência em logística reversa.	Aumento da reciclagem dos resíduos
Governança	SAP como sistema de governança	Decisões baseadas em dados	Maior transparência e controle
Governança	PMCI – Programa de melhoria contínua e inovação	Cultura organizacional inovadora	Governança participativa
Social	Saúde ocupacional orientada por dados e sensores	Eficiência em controle de saúde dos colaboradores	Menor índice de acidentes e maior controle do PCMSO
Social	Educação digital e inclusão tecnológica	Educação e inclusão digital	Desenvolvimento humano

Mais do que relatar boas práticas, a pesquisa propõe estudar e discutir o papel estrutural da TI Verde como um vetor de sustentabilidade corporativa. Examinando como essas soluções se alinham com teorias como Dao et al (2011) busca-se evidenciar impactos mensuráveis e observáveis da conexão de TI e os pilares ambientais, governamentais e sociais.

5 Conclusões

A análise evidenciou que a sustentabilidade corporativa não pode mais ser tratada como secundária na gestão, mas sim como um eixo importante da estratégia empresarial. No caso da CENIBRA, a articulação dos pilares ESG com tecnologias da informação, especialmente sob a ótica da TI Verde, revelou uma abordagem sistêmica, onde cada dimensão da sustentabilidade reforça e é reforçada pelas demais. Dentro do pilar ambiental, observou-se o uso de sensores, algoritmos, inteligência artificial que permitiram otimizar recursos naturais e reduzir os impactos ecológicos das ações da empresa. Dentro do pilar de governança, digitalizar processos e usar dados em tempo real ampliam a transparência, o controle e a agilidade na gestão. Já no campo social, as tecnologias podem aumentar a saúde ocupacional e atuar como tutora na educação humana, formação e valorização dos trabalhadores, mostrando que inovação e cuidado humano podem caminhar juntos.

Embora o estudo tenha relevado práticas de integração entre TI Verde e os pilares ESG, é importante reconhecer que os dados utilizados são provenientes da própria empresa, o que pode limitar a abrangência da análise. Não foram consideradas comparações com empresas concorrentes ou percepções externas. Futuras pesquisas podem ampliar essa abordagem expandindo por meio de estudos comparativos intraorganizacionais e análises quantitativas longitudinalmente orientadas. Ainda assim, o presente trabalho contribui ao oferecer uma

leitura aplicada, concreta e alinhada com os desafios contemporâneos da sustentabilidade corporativa, servindo como ponto de partida para agendas mais amplas de pesquisa.

Ao apresentar um exemplo nacional concreto e alinhado aos padrões internacionais de sustentabilidade, este estudo também contribui para a redução da distância entre práticas corporativas brasileiras e referências internacionais. A experiência da CENIBRA pode servir como inspiração para gestores de outras organizações, públicas e privadas, que desejam integrar inovação tecnológica, responsabilidade socioambiental e governança estruturada em seus modelos de gestão. Dessa forma, reforça-se que a inteligência digital, quando usada com consciência, não apenas transforma empresas, mas aproxima o Brasil de um protagonismo sustentável no cenário global.

Este trabalho mostrou como a TI Verde, quando integrada de forma estratégica, redefine o papel da tecnologia nas organizações de uma mera ferramenta de apoio à catalisadora de transformações éticas, sustentáveis e duradouras. A pesquisa indica que é possível alinhar eficiência, responsabilidade e compromisso com o futuro. A inteligência digital, quando usada com consciência, pode ser uma força vital na construção de empresas que não apenas crescem, mas elevam o mundo ao seu redor.

Referências

Abebe, R., Barocas, S., Kleinberg, J., Levy, K., Raghavan, M., & Robinson, D. G. (2020). Roles for computing in social change.

CARLOWITZ, Hans Carl von. *Sylvicultura Oeconomica: oder haufswirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht*. Leipzig: Braun, 1713.

CARSON, Rachel. *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin, 1962

CENIBRA. *Relatório de Sustentabilidade 2023*. Disponível em: <https://www.cenibra.com.br/wp-content/uploads/2024/04/CENIBRA-Relatorio-Sustentabilidade-2023.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025.

CENIBRA. *Sobre a CENIBRA – Meio Ambiente*. 2024a. Disponível em: <https://www.cenibra.com.br/meio-ambiente/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

CENIBRA. *Território CENIBRA – Uso e Conservação*. 2024b. Disponível em: <https://www.cenibra.com.br/wp-content/uploads/2024/04/Territorio-CENIBRA.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025.

DAO, V.; LANGELLA, I.; CARBO, J. From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework. *Journal of Strategic Information Systems*, v. 20, n. 1, p. 63–79, 2011.

GROBER, Ulrich. *Deep roots – A conceptual history of ‘sustainable development’ (Nachhaltigkeit)*. Discussion Paper, P 2007-002, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), fev. 2007. Disponível em: <https://bibliothek.wzb.eu/pdf/2007/p07-002.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025

HOLAMI, R.; SULAIMAN, A. B.; RAMAYAH, T.; MOLLINGA, P. P. Information technology and environmental sustainability: A systematic review and research agenda. *Sustainable Development*, v. 21, n. 1, p. 1–17, 2013. DOI: 10.1002/sd.1556.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – Ibá. *Relatório anual 2023*. Brasília: Ibá, 2023. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

Jabbour, Charbel & Jabbour, Ana & Govindan, Kannan & Freitas, Thiago & Soubihia, Davi & Kannan, Devika & Latan, Hengky. (2016). Barriers to the adoption of green operational practices at Brazilian companies: effects on green and operational performance. *International Journal of Production Research*. 54. 3042–3058. 10.1080/00207543.2016.1154997

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; RANDERS, Jørgen; BEHRENS III, William W. *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books, 1972. Disponível em: <https://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025

Meeks, Robyn and Pless, Jacquelyn and Wang, Zhenxuan, Can Digitalization Improve Public Services? Evidence from Innovation in Energy Management (2023).

MELVILLE, Nigel P. Information Systems Innovation for Environmental Sustainability. *MIS Quarterly*, v. 34, n. 1, p. 1–21, mar. 2010. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/20721412> . Acesso em: 2 ago. 2025

MURUGESAN, San; GANGADHARAN, G. R. Green IT: an overview. In: MURUGESAN, San; GANGADHARAN, G. R. (Eds.). *Harnessing green IT: principles and practices*. Chichester: John Wiley & Sons, 2012. p. 1-21. Disponível em: <https://www.wileyindia.com/media/pdf/1119970059-97.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025

Policy scenarios for a transition to a more resource efficient and circular economy. OECD Environment Working Paper No. ENV/EPOC/WPEP(2021)6, Paris: OECD Publishing, 2021. Disponível em: [https://one.oecd.org/document/ENV/EPOC/WPEP\(2021\)6/FINAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/EPOC/WPEP(2021)6/FINAL/en/pdf) . Acesso em: 2 ago. 2025

PORTAL CELULOSE. Cenibra realiza Seminário PMCI para reconhecer projetos de melhoria contínua. *Portal Celulose*, 8 dez. 2022. Disponível em: <https://portalcelulose.com.br/cenibra->

[realiza-seminario-pmci-para-reconhecer-projetos-de-melhoria-continua/](#). Acesso em abril de 2025

Singh, Harman Preet and Alhulail, Hilal, Information Technology Governance and Corporate Boards' Relationship with Companies' Performance and Earnings Management: A Longitudinal Approach (2023).

Porter, Michael E., and Claas van der Linde. 1995. "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship." *Journal of Economic Perspectives* 9 (4): 97–118.

SMART 2020: *Enabling the low carbon economy in the information age*. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.compromisorse.com/upload/estudios/000/36/smart2020.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – WCED. *Our common future: report of the World Commission on Environment and Development*. Genebra: United Nations, 1987. Disponível em: <https://www.are.admin.ch/dam/are/en/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html>. Acesso em: 2 ago. 2025.

WATSON, R. T.; BOUDREAU, M. C.; CHEN, A. J. Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. *MIS Quarterly*, v. 34, n. 1, p. 23–38, 2010.