CERTIFICAÇÃO DO AÇO VERDE: COMPLIANCE OBRIGATÓRIO OU COMO FERRAMENTA DE GESTÃO MODERNA

Carla Valônia Sousa Santos[1]

Hugo Azevedo Rangel de Morais[2]

RESUMO

Este artigo investiga se a certificação do aço verde atua como instrumento de promoção da sustentabilidade ou como obstáculo regulatório à inovação e competitividade na indústria siderúrgica. O estudo fundamenta-se teoricamente nos conceitos de sustentabilidade industrial, teoria da burocracia, certificações ambientais (ESG, ISO 14001, ResponsibleSteel) e nas abordagens de inovação e competitividade. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, utilizando o estudo de caso múltiplo como procedimento técnico. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com dois profissionais-chave: o Diretor de Projetos do Green Energy Park e o Gerente Geral de Sustentabilidade da ArcelorMittal. Complementam-se os dados com pesquisa documental e revisão bibliográfica, submetidos à análise de conteúdo temática. Os resultados indicam que não há consenso sobre o conceito de "aço verde", sendo o termo considerado mais mercadológico do que técnico. Os entrevistados apontam que os desafios técnicos são administráveis, enquanto as dificuldades mais significativas envolvem a relação com comunidades locais e a incerteza regulatória. A mensuração dos benefícios ambientais ainda é incipiente, baseada em indicadores como emissão de CO_2, consumo de água, energia renovável e reciclagem de resíduos. Conclui-se que, no Brasil, a criação de uma certificação específica para aço verde não é prioridade neste momento; é mais urgente mapear rotas tecnológicas viáveis e consolidar produção em escala comercial, sob pena de a certificação tornar-se uma exigência formal sem respaldo prático.

Palavras-chave: aço verde; certificação ambiental; indústria siderúrgica; sustentabilidade; transição energética.

[1] Discente do curso de Administração Pública pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). E-mail: carlavalonia@gmail.com.

[2] Orientador, Docente do Curso de Bacharelado em Administração Pública Presencial da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). E-mail: hugomorais@unilab.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

A crise climática global, impulsionada pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), consolidou-se como um dos desafios mais urgentes da contemporaneidade. Em resposta, o Acordo de Paris (2015) estabeleceu um marco global para limitar o aquecimento do planeta, exigindo uma transformação profunda em todos os setores da economia, especialmente naqueles mais intensivos em carbono (UNFCCC, 2015). Dentre estes, a indústria siderúrgica destaca-se como um pilar do desenvolvimento e, simultaneamente, como uma das maiores fontes de emissões industriais, sendo responsável por cerca de 7% do CO_2 global do sistema energético (International Energy Agency, 2022). É neste contexto de transição urgente que emerge o conceito de aço verde, uma abordagem inovadora que visa descarbonizar a produção siderúrgica por meio de tecnologias como o hidrogênio verde e a eletricidade renovável, respondendo a pressões regulatórias e abrindo novas oportunidades de mercado (Griffin e Hammond, 2021).

Contudo, a consolidação deste novo produto depara-se com um desafio central que é a ausência de padrões claros e universalmente reconhecidos para a sua certificação. Esta lacuna normativa cria um ambiente de incerteza, onde esforços genuínos de sustentabilidade podem ser ofuscados por alegações ambientais não verificáveis (*greenwashing*), ao mesmo tempo em que se impõe o risco de que regimes de certificação onerosos e burocráticos criem barreiras à inovação e à competitividade, especialmente para pequenas e médias empresas. Assim, o problema de pesquisa que norteia este estudo é: a certificação do aço verde contribui efetivamente para a sustentabilidade ambiental na indústria siderúrgica ou representa um entrave regulatório que dificulta a inovação e a competitividade?

Esta investigação justifica-se pela necessidade crítica de preencher uma lacuna na literatura. Apesar do interesse crescente no aço verde e do protagonismo do Brasil nessa agenda, conforme evidenciado em estudos recentes (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2024; INSTITUTO AÇO BRASIL, 2025), há uma escassez de pesquisas que avaliem comparativamente a efetividade dos instrumentos de regulação para este mercado emergente. É imperioso analisar não apenas a certificação, mas também mecanismos complementares como impostos verdes, subsídios e padrões obrigatórios, para identificar a configuração mais eficiente e equitativa para promover a descarbonização do setor, garantindo integridade ambiental sem comprometer a viabilidade econômica.

Diante deste quadro, o presente estudo tem como **objetivo geral** analisar se a certificação do aço verde atua como instrumento de promoção da sustentabilidade ou como obstáculo regulatório à inovação e competitividade na indústria siderúrgica. Para alcançá-lo, estabelecem-se os seguintes **objetivos específicos**: 1) Investigar os critérios técnicos e ambientais exigidos para a certificação do aço verde; 2) Identificar a percepção de profissionais da indústria sobre os impactos da certificação ambiental nos processos produtivos; e 3) Avaliar se a certificação tem gerado benefícios ambientais mensuráveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. SUSTENTABILIDADE INDUSTRIAL E AMBIENTAL

O conceito de desenvolvimento sustentável passa a ser consolidado como um paradigma essencial para superar os limites dos modelos tradicionais de crescimento, evoluindo de uma visão focada em indicadores econômicos para uma abordagem que integra dimensões sociais e ecológicas (Souza; Coelho, 2024). No Brasil, sua construção foi profundamente influenciada por marcos internacionais, o que se reflete no ordenamento jurídico por meio de leis que incorporaram progressivamente o chamado "tripé da sustentabilidade" (Dourado; Marques, 2023). Essa base legal e conceitual fornece o alicerce para a sustentabilidade industrial e ambiental, que busca harmonizar a atividade produtiva com a equidade social e a preservação dos ecossistemas.

Teoricamente, essa visão integrada é amparada pela noção de ecodesenvolvimento, que defende um progresso socialmente includente, economicamente viável e ambientalmente sustentável, com respeito às especificidades culturais e territoriais (Souza; Coelho, 2024). No âmbito empresarial, o *Triple Bottom Line* (TBL) operacionaliza esse princípio quando propõe que o desempenho organizacional deve ser avaliado por três pilares interligados: o econômico (*profit*), o social (*people*) e o ambiental (*planet*) (Elkington, 2004). Essa abordagem amplia a noção de sucesso para além do lucro, incentivando a criação de valor compartilhado.

No contexto industrial, a internalização desses conceitos manifesta-se pela transição de uma gestão ambiental reativa para uma abordagem estratégica. Conforme Barbieri (2007), a incorporação da variável ambiental na gestão empresarial deixa de ser um custo operacional e transforma-se em fator de competitividade, permitindo que as organizações capturem novas oportunidades e construam vantagem comparativa. Nesse sentido, a economia circular surge

como um modelo condizente com essa visão, pois propõe a reutilização de resíduos como insumos, minimizando a extração de recursos naturais e fomentando ciclos produtivos de menor impacto, a aplicação desses modelos é particularmente relevante em setores de base, como o metalúrgico, onde a adoção de estruturas como o resolve tem viabilizado a incorporação de práticas circulares por meio do engajamento da liderança, capacitação de colaboradores e estabelecimento de parcerias (Provensi *et al*., 2025).

Portanto, a sustentabilidade industrial e ambiental depende da convergência entre inovação tecnológica, governança participativa e políticas públicas orientadas para a valorização dos ecossistemas e das comunidades. A incorporação de uma visão sistêmica e integrada, alinhada aos princípios do ecodesenvolvimento e do TBL, é imprescindível para a construção de trajetórias de desenvolvimento verdadeiramente sustentáveis e socialmente justas, como apontam as discussões mais recentes (Dias; Galina, 2025; Provensi *et al*., 2025; Souza; Coelho, 2024).

2.2 REGULAÇÃO E BUROCRACIA

Conforme estabelecido por Weber (1991), a estrutura burocrática estatal, com sua racionalidade e impessoalidade, fornece a base para a atuação regulatória, assegurando previsibilidade e controle considerados essenciais à proteção ambiental. Não obstante, a análise de Farah (2016) adverte que a implementação das políticas não constitui um processo mecânico, mas um espaço dinâmico de interação entre múltiplos atores. É precisamente nessa esfera que os princípios de auto-organização identificados por Ostrom (1990) como a participação dos usuários na modificação das regras operacionais e o monitoramento conduzido pelos próprios envolvidos podem oferecer alternativas e complementos à gestão estatal centralizada.

Nesse contexto, a incorporação da variável climática no licenciamento ambiental exemplifica a demanda por uma regulação técnica e atualizada, que transcenda o mero formalismo. Contudo, propostas de flexibilização regulatória, como o Projeto de Lei nº 2.159, de 2021, ao invés de promover uma modernização qualificada, podem fragilizar o controle estatal e violar princípios constitucionais, configurando um risco de retrocesso. Esse movimento, frequentemente justificado sob a égide da “desburocratização”, pode, na prática, ocultar uma apropriação patrimonialista do Estado. Paralelamente, a transferência da competência para a realização de consultas prévias a povos e comunidades tradicionais para o

setor privado unifica grave violação de direitos, aprofundando assimetrias de poder e desrespeitando a autodeterminação desses grupos (Lunelli; Silva, 2023).

A superação desse cenário exige a edificação de um modelo de governança que equilibre a indispensável eficiência administrativa com a garantia efetiva de direitos e a participação social. Nesse sentido, experiências de base territorial, como os Distritos Criativos e os Geoparques Mundiais da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), ilustram caminhos viáveis. Segundo Lisbôa-Filho, Lübeck e Carvalho (2025), essas iniciativas evidenciam como a comunicação, orientada por princípios participativos e interculturais, atua como elemento articulador entre atores locais, políticas culturais e a valorização do patrimônio. Seja no Distrito Criativo Centro-Gare, em Santa Maria (RS), com sua governança multissetorial, seja nos Geoparques da Quarta Colônia e de Caçapava do Sul, que articulam saberes tradicionais e conservação, observa-se a materialização de arranjos institucionais robustos. Tais arranjos, que dialogam com os princípios ostromianos, fortalecem o sentimento de pertencimento e fomentam um desenvolvimento territorial inclusivo e sustentável, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Portanto, a modernização da regulação ambiental e a busca pela simplificação burocrática não podem prescindir do equilíbrio entre agilidade e a garantia de direitos. Em suma, a articulação entre atores, a valorização de recursos endógenos e o uso estratégico da comunicação, conforme demonstrado por Lisbôa-Filho, Lübeck e Carvalho (2025), são essenciais para a construção de territórios mais justos, democráticos e de identidade fortalecidos, superando visões dualistas e integrando a racionalidade estatal às capacidades de auto-organização da sociedade.

2.3 CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL E ESG

Com a consolidação do ESG (Environmental, Social, and Governance) como um pilar estratégico para a criação de valor de longo prazo, transcende-se a visão de que se tratava de uma tendência passageira. Sua relevância atual é impulsionada por uma convergência de pressões regulatórias, demandas de investidores e novas expectativas dos consumidores, tornando-o um critério indispensável para a competitividade e a resiliência organizacional (MCKINSEY, 2022). Para que esses princípios ultrapassem a retórica e se tornem tangíveis, é fundamental sua integração no *core business* das empresas, o que requer a tradução de

compromissos abstratos em ações concretas, métricas definidas e a alocação de recursos apropriados (Mckinsey, 2023a).

Nesse contexto, frameworks normativos consagrados oferecem a base para uma operacionalização eficaz. A ABNT NBR ISO 14001:2015, que estabelece os requisitos para um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), alinha-se perfeitamente ao pilar ambiental do ESG ao exigir uma abordagem sistemática para gerenciar responsabilidades ambientais. De modo complementar, a ABNT NBR 16001:2004 provê os requisitos para um Sistema de Gestão da Responsabilidade Social (SGRS), atendendo às dimensões social e de governança do ESG ao enfatizar relações éticas e transparentes com as partes interessadas. A governança corporativa emerge, assim, como um pilar crítico, cabendo à alta administração um papel crucial na definição da direção estratégica e na supervisão da implementação, sendo um diferencial para resultados substantivos (Mckinsey, 2023b).

A sinergia entre esses sistemas de gestão e os princípios ESG representa uma oportunidade estratégica, permitindo que as organizações aproveitem estruturas existentes para avançar em seus objetivos de sustentabilidade de forma integrada (Mckinsey, 2023a). Um exemplo setorial dessa convergência é o padrão Responsible Steel (2023), que integra critérios ambientais, sociais e de governança em toda a cadeia de valor siderúrgica, oferecendo um framework para uma produção sustentável e verificável.

A materialidade desses desafios e compromissos fica evidente ao analisar os fluxos ambientais do setor. No ano de 2024, o desempenho ambiental do setor siderúrgico brasileiro, representado pelas empresas associadas ao Instituto Aço Brasil, foi caracterizado por um significativo fluxo de entrada e saída de materiais. Do ponto de vista das entradas, o consumo de matérias-primas provenientes de fontes externas foi substancial. A indústria utilizou 8 milhões de toneladas de carvão mineral ou antracito, 2,3 milhões de toneladas de coque, 37,1 milhões de toneladas de minério de ferro, 1,2 milhão de toneladas de ferro-gusa, 6,1 milhões de toneladas de sucata externa e 21,3 mil toneladas de carvão vegetal. Além dos materiais sólidos, os recursos naturais e energéticos também tiveram um papel crucial no processo produtivo. O setor recirculou 5 bilhões de metros cúbicos de água doce, alcançando um notável índice de recirculação de 97%. Quanto ao consumo energético, foram utilizados 7,7 milhões de MWh de energia elétrica para sustentar as operações das usinas. Como resultado desse processo, as saídas principais foram a produção de 30 milhões de toneladas de aço bruto e a geração de 17 milhões de toneladas de coprodutos e resíduos, que são posteriormente

geridos e reaproveitados dentro dos princípios da economia circular (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2025).

Estes dados quantitativos ilustram com clareza a magnitude do impacto e a escala na qual os sistemas de gestão, como aqueles baseados na ISO 14001, precisam atuar. No plano tático, a Certificação ISO 14001 constitui um diferencial estratégico, pois fortalece a imagem institucional, facilita o acesso a mercados internacionais e evidencia o compromisso com a sustentabilidade (MAGALHÃES et al., 2024; GERHARDT & NOGUEIRA, 2025). Sua implementação permite às empresas melhorar a eficiência no uso de recursos, um imperativo frente aos volumes consumidos, reduzir custos operacionais e minimizar impactos ambientais, embora enfrente obstáculos como a resistência interna e a necessidade de investimento inicial. A evolução das normas técnicas reflete uma transição do foco estrito na qualidade industrial para uma abordagem mais abrangente, que incorpora responsabilidades socioambientais (Silva, 2025).

No âmbito social, a ABNT NBR 16001 surge como um complemento importante, orientando as empresas na adoção de práticas que transcendem o cumprimento legal, abrangendo direitos humanos, relações trabalhistas e engajamento comunitário (SILVA, 2025). Contudo, a Responsabilidade Social Corporativa (RSC) pode manifestar diferentes comportamentos organizacionais informativo ou oportunista, dependendo de fatores como a cultura nacional, o que ressalta a importância de mecanismos de controle e de normas para assegurar a transparência (Soschinski, Klam & Rodrigues Jr., 2025).

No setor siderúrgico, segmento de alto impacto ambiental, a adoção de tais certificações é impulsionada por pressões regulatórias e de mercado, visando não apenas à conformidade, mas também à obtenção de vantagem competitiva e à melhoria contínua do desempenho ambiental (Gerhardt & Nogueira, 2025). A integração entre ESG, certificações ambientais e sistemas de gestão social evidencia a tendência de as organizações alinharem suas operações a princípios de sustentabilidade, atendendo a exigências externas e expectativas de diversos públicos (Soschinski et al., 2025; Magalhães *et al*., 2024). Pesquisas empíricas indicam que essa adoção não apenas melhora a imagem corporativa, mas também pode influenciar positivamente o desempenho financeiro e operacional (Sambaquy, 2008).

Estudos em contextos como os países do BRICS corroboram que o desempenho em ESG e a certificação ISO 14001 podem afetar a estrutura de dívida das empresas, reduzindo restrições financeiras e facilitando o acesso a crédito em condições mais favoráveis (Duterval

Jesuka *et al*., 2025). Ademais, empresas com melhor desempenho em critérios ambientais da ESG tendem a apresentar menores emissões de gases de efeito estufa (GEE), sugerindo que investimentos em gestão ambiental podem contribuir para a redução efetiva de carbono (Firmino & Peixoto, 2025).

Os mais recentes desenvolvimentos setoriais reforçam essa lógica. A certificação ResponsibleSteel atua como um sistema estruturado que integra critérios ESG na estratégia empresarial, indo além do cumprimento legal (FAYER *et al*., 2023). Seu framework, detalhado em princípios e requisitos, dialoga diretamente com os referenciais da ISO 14001 e da NBR 16001, funcionando como um mecanismo de transparência e rastreabilidade que demonstra o compromisso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A gestão dos vastos fluxos materiais e energéticos, como os documentados para 2024, e o reaproveitamento de 17 milhões de toneladas de coprodutos são práticas que se alinham perfeitamente a esse marco. Dados estatísticos recentes da indústria do aço no Brasil, que mantém uma produção e volume de vendas significativos, reforçam a importância de tais iniciativas para conciliar competitividade industrial com a gestão sustentável (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2025). Dessa forma, as certificações ambientais e sociais representam, na contemporaneidade, não apenas uma resposta a exigências de mercado, mas um diferencial estratégico fundamental para a construção de legitimidade e valor no setor siderúrgico globalizado.

2.4 INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE

A compreensão das dinâmicas competitivas nas organizações tem evoluído significativamente ao longo das últimas décadas, integrando progressivamente dimensões estratégicas, sustentáveis e intraempreendedoras. A análise seminal de Porter (1980) estabeleceu que a lucratividade e a rivalidade em um setor são moldadas por forças estruturais externas, como a ameaça de novos entrantes e o poder de barganha de fornecedores e compradores. Nesta perspectiva inicial, a competitividade era entendida principalmente como resultado do posicionamento da organização em um ambiente competitivo específico. Entre as abordagens que sustentam este arcabouço teórico, destaca-se a Gestão da Qualidade Total (TQM), que emerge como um sistema integrado de práticas orientadas à melhoria contínua e à satisfação do cliente, transcendendo a mera conformidade técnica para se configurar como uma filosofia estratégica (GESTÃO DE QUALIDADE, 2025; Ochoa Saravia *et al*., 2025).

Posteriormente, Bessant e Tidd (2015) expandiram esta visão ao posicionar a inovação como um processo sistemático e sequencial, crucial para a sustentabilidade organizacional. A proposta dos 4 Ps da Inovação produto, processo, posicionamento e paradigma introduziu uma dimensão mais proativa à vantagem competitiva, sugerindo que esta poderia ser construída através de transformações internas e na forma como a organização cria e captura valor. A aproximação entre qualidade e inovação torna-se evidente quando se reconhece que a gestão da qualidade envolve todos os colaboradores em torno da melhoria contínua (GESTÃO DE QUALIDADE, 2025).

No início da década de 2020, a literatura consolidou a ligação entre inovação e competitividade. Silva e Razzolini Filho (2021) demonstraram que o marketing verde agrega valor e atende a um mercado consciente, funcionando como mecanismo de diferenciação competitiva. Essa transição encontra paralelo na evolução da gestão da qualidade, que migra de modelos tradicionais orientados ao produto para enfoques estratégicos, sustentáveis e digitais (Ochoa Saravia *et al*., 2025). Essa visão foi reforçada por Almada, Borges e Ferreira (2021), que, ao analisarem a Visão Baseada em Recursos Naturais (NRBV), argumentaram que estratégias ambientais influenciam o desempenho financeiro, evidenciando uma transição para vantagens competitivas alicerçadas em capacidades internas.

No âmbito do setor público, Mariani e Bessa (2025) analisaram como a inovação tecnológica e a promoção da transparência podem catalisar governança colaborativa, embora ressaltem que a instrumentação dessas políticas não é neutra e reflete relações de poder que influenciam sua efetividade enquanto Ridolfi *et al*. (2026) complementam ao afirmar que a gestão da qualidade aprimora a governança e a efetividade dos serviços de saúde, superando abordagens meramente normativas. Paralelamente, a dimensão humana e cultural ganhou destaque nas pesquisas mais recentes. Araújo *et al*. (2024) identificaram na cultura intraempreendedora caracterizada por proatividade e assunção de riscos um propulsor direto tanto da inovação quanto da vantagem competitiva, articulando a capacidade de mobilizar capital humano para gerar diferenciação. Nessa mesma direção, a gestão da qualidade aponta que liderança e envolvimento das pessoas são fatores críticos, pois a qualidade não é responsabilidade de um setor, mas compromisso sistêmico que permeia toda a organização (GESTÃO DE QUALIDADE, 2025). Ademais, Silva, Pizzolato e Arenhart (2025) evidenciam que a adoção de metodologias como PDCA, Seis Sigma e TPM sofre influência do porte das empresas e das filosofias gerenciais, reforçando a necessidade de adaptação às realidades locais.

Meek e Gianiodis (2023) e Vedana e Andreassi (2025) analisaram a tensão inerente à implantação de inovações em estruturas consolidadas, tal como exemplificado pelo caso Match & Matters na Deloitte. Morais e Morais (2025) reforçam que aliar a gestão da qualidade às ferramentas da Indústria 4.0 constitui um diferencial competitivo, agregando valor ao processo de inovação. Conforme Ochoa Saravia et al. (2025), a transformação digital otimiza processos e impulsiona a inovação contínua, exigindo liderança e gestão do conhecimento para uma implementação efetiva. A plataforma, um modelo de negócio com impacto socioambiental positivo, enfrentou o dilema de conciliar inovação disruptiva com as lógicas e métricas de rentabilidade da organização hospedeira.

Este caso materializa os desafios teóricos antevistos: a necessidade de um modelo de negócio claro que articule valor social e receita (Vedana e Andreassi, 2025) e a insustentabilidade de iniciativas que não gerem retorno tangível ou não se alinhem à estratégia central (Meek e Gianiodis, 2023). A dificuldade de engajamento interno vivida pela Match & Matters corrobora a perspectiva de que, além do apoio da alta liderança, é essencial uma visão integrada que supere barreiras culturais ressonância direta com a importância de uma cultura intraempreendedora conforme Araújo *et al*. (2024).

Em síntese, a trajetória do pensamento estratégico revela uma evolução conceitual significativa: da análise estrutural de Porter aos estudos contemporâneos sobre intraempreendedorismo e inovação sustentável, observa-se uma convergência que posiciona a competitividade como resultado da interação entre posicionamento externo, gestão sistemática da inovação, adoção de práticas de qualidade estruturadas, desenvolvimento de capacidades internas ambientais e humanas e superação dos desafios de implementação em estruturas estabelecidas.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo qualitativo, exploratório e descritivo, conforme orienta Andrade et al. (2024). Adota-se o estudo de caso como procedimento técnico, metodologia que, segundo Rodrigues e Silva (2025), permite investigar fenômenos complexos em seus contextos reais por meio de múltiplas fontes de evidência. A escolha do estudo de caso múltiplo justifica-se pela possibilidade de comparar percepções de diferentes atores do setor siderúrgico com a que tem como base a produção do hidrogênio, ampliando a compreensão do fenômeno investigado.

A unidade de análise é constituída por duas organizações do setor siderúrgico e energético, a partir da percepção de seus representantes sobre a certificação do aço verde: o Diretor de Projetos do Grupo Green Energy Park e o Gerente Geral de Sustentabilidade da ArcelorMittal. A seleção dos entrevistados deu-se por critérios de intencionalidade e acessibilidade, priorizando profissionais com atuação direta nos processos de certificação ambiental e descarbonização.

EMPRESA A: GREEN ENERGY PARK

A Green Energy Park é uma empresa europeia desenvolvedora de projetos de hidrogênio verde e combustíveis verdes, com sede em Roterdã, na Holanda. A empresa possui escritórios na Bélgica, Alemanha, Itália, Croácia e Lituânia, e iniciou suas operações no Brasil em novembro de 2023, completando três anos de atuação no país no momento da entrevista. Seu objetivo central é tornar a economia do hidrogênio economicamente viável, oferecendo alternativas energéticas mais resilientes diante de choques geopolíticos e de oferta, como os conflitos militares na Europa e no Oriente Médio. No Brasil, a Green Energy Park desenvolve três projetos: um no Maranhão, um no Piauí e outro em Sergipe, sendo o principal deles localizado em Parnaíba (PI), onde também está instalado o escritório brasileiro da empresa.

A empresa firmou, em 2024, uma parceria estratégica com a Vale para a produção de aço verde. O escopo da parceria envolve a utilização de hidrogênio verde no processo de redução do minério de ferro (óxido de ferro em ferro puro), resultando na produção de briquetes que alimentam fornos elétricos a arco. A Green Energy Park entra com sua expertise em produção eficiente de hidrogênio verde, enquanto a Vale contribui com o processamento e fornecimento do minério de ferro. A motivação para a união decorreu do conhecimento da Green Energy Park sobre o mercado europeu, sua regulação e as tecnologias de aplicação do hidrogênio, o que permitiu resolver questões técnicas que antes inviabilizavam os projetos da Vale. O entrevistado da empresa atua na área de desenvolvimento de negócios e tecnologia, com foco em certificações ambientais e adequação às diretrizes da União Europeia, especialmente as normas RFNBO (Combustíveis Renováveis de Origem Não Biológica).

EMPRESA B: ARCELORMITTAL

A ArcelorMittal é uma das maiores produtoras de aço do mundo, com operações distribuídas na Europa, América do Norte, Índia, México, América do Sul (Brasil, Argentina, Venezuela), África do Sul e China. O grupo surgiu em 2004/2005 a partir da fusão de dois grandes conglomerados siderúrgicos: o Arcelor (de origem europeia, formado pela união das

empresas Usinor, da França, Aceralia, da Espanha, e Arbed, de Luxemburgo) e o Mittal (controlado pelo acionista Lakshmi Mittal). No Brasil, a ArcelorMittal é composta pelos ativos que pertenciam à Belgo-Mineira (cuja história remonta a 1935, com a planta de Monlevade) e à Companhia Siderúrgica de Tubarão (iniciada em 1982, no Espírito Santo). A empresa também incluiu a Acesita (hoje Aperam) em seu portfólio, mas posteriormente realizou um spin-off.

O entrevistado da ArcelorMittal atua na área de sustentabilidade e certificações ambientais, com experiência em gestão da qualidade e programas como o ResponsibleSteel. A empresa possui certificações ativas, incluindo ISO 9001, ISO 14001 e IATF 16949, e adota práticas estruturadas de melhoria contínua, como o Ciclo PDCA e o programa 5S. O entrevistado tem formação em engenharia e pós-graduação em gestão ambiental, com mais de 15 anos de atuação no setor siderúrgico. Sua visão sobre o aço verde é pragmática: ele considera o termo "mais marketing do que realidade", preferindo a expressão "aço com baixa emissão de CO_2". Ele também defende que o mais importante é estabelecer um roteiro tecnológico para a descarbonização antes de definir certificações, posição que reflete a experiência de uma grande siderúrgica com décadas de operação e plantas industriais de alto custo.

Para a coleta de dados, foram empregadas três técnicas complementares: entrevista semiestruturada com o Diretor de Projetos, pesquisa documental sobre o grupo e revisão bibliográfica. As entrevistas foram conduzidas remotamente, no período de 12 de fevereiro de 2026 a 15 de maio de 2026, com duração média de meia hora cada, mediante prévio agendamento e consentimento dos participantes. Os roteiros das entrevistas foram elaborados com base no referencial teórico adotado, contemplando questões sobre critérios técnicos de certificação, impactos nos processos produtivos e benefícios mensuráveis. No que tange à entrevista, Pinho e Silva (2025) propõem que o sujeito desenvolva seu discurso de forma espontânea, direcionada e criativa, acessando assim suas cognições e reflexões sobre o fenômeno estudado.

A pesquisa documental consistiu na análise de relatórios de sustentabilidade, certificações ambientais obtidas pelas organizações e documentos públicos disponíveis nos sítios eletrônicos oficiais da ArcelorMittal e do Green Energy Park, bem como de comunicados técnicos e normativos internacionais aplicáveis ao setor.

A revisão bibliográfica foi realizada nas bases de dados Portal de Periódicos da CAPES e Google Acadêmico, sem recorte temporal fixo, de modo a abranger tanto obras clássicas quanto estudos contemporâneos sobre a temática.

Os dados foram submetidos à análise de conteúdo temática, conforme proposto por Bardin (2016), orientada por duas categorias analíticas centrais: certificação como compliance obrigatório, fundamentada na Teoria da Burocracia, e certificação como ferramenta de gestão, ancorada na Teoria da Qualidade Total. Adotou-se a triangulação entre as entrevistas, os documentos institucionais e a literatura como critério de validade, procedimento que, conforme Rodrigues e Silva (2025), confere confiabilidade e robustez aos achados da pesquisa qualitativa.

As limitações da pesquisa estão relacionadas principalmente às dificuldades de acesso ao campo empírico, uma vez que a identificação de empresas do setor siderúrgico com atuação na certificação do aço verde mostrou-se desafiadora, assim como o agendamento das entrevistas com os profissionais responsáveis, dada a agenda restrita desses especialistas. Tais obstáculos refletem a própria natureza do tema investigado recentemente, técnico e restrito a um número reduzido de organizações em estágio inicial de adoção dessas certificações. Apesar dessas dificuldades, o estudo atingiu seus objetivos ao aprofundar a compreensão sobre o fenômeno a partir das percepções dos atores envolvidos, o que é compatível com a abordagem qualitativa adotada. Para pesquisas futuras, sugere-se ampliar o número de entrevistados, incluindo outros elos da cadeia do aço, como fornecedores de matérias-primas, siderúrgicas de diferentes portes e órgãos certificadores, bem como explorar estratégias de coleta que contemplem prazos mais extensos para viabilizar o acesso aos profissionais da área.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 CRITÉRIOS TÉCNICOS E AMBIENTAIS EXIGIDOS PARA A CERTIFICAÇÃO DO AÇO VERDE: UM DIÁLOGO ENTRE OS ENTREVISTADOS E MAX WEBER

O representante da Green Energy Park defende que o aço verde deve ser definido por “a redução ou eliminação das emissões de CO_2 na atmosfera”, acrescentando a necessidade de tratar “os rejeitos” e evitar “impactos sociais danosos à região” enquanto o representante da ArcelorMittal acredita que “aço verde é mais marketing do que realidade” pois para ele, o correto é falar em “aço com baixa emissão de CO_2”, fazendo uma sugestão de um parâmetro

objetivo “abaixo de 300 kg por tonelada de aço produzido”, embora admita que “não tem uma definição clara”. Weber, ao analisar a tensão entre direito formal e justiça material, explica que “toda justiça popular julga segundo o ‘sentimento’ concreto”, enquanto o direito formal busca regras gerais abstratas (WEBER, 2004). O número de 300 kg é uma tentativa de formalismo, a visão mais ampla do primeiro entrevistado aproxima-se da justiça material. Ambos os lados, no fundo, buscam o que Weber chamou de dominação racional-legal, fundada na crença em estatutos e competências objetivas (WEBER, 2004).

O representante da ArcelorMittal pontua que “o mais importante é estabelecer um roteiro das tecnologias que definem os objetivos”, pois a certificação não pode preceder a engenharia. O representante da Green Energy Park, por sua vez, diz que “as certificações precisam ser legalmente estabelecidas através de leis”, caso contrário, cai-se no “greenwashing”. Weber já tinha alertado que a burocracia, quando plenamente desenvolvida, tende a tornar-se “lenta, cara, autorreferida” e que “os dominados não podem prescindir de um aparato burocrático uma vez existente” (WEBER, 2004). A certificação do aço verde corre o risco de virar uma “máquina” burocrática que produz conformidade, mas não descarbonização real exatamente o que o segundo entrevistado chama de “predomínio dos meios sobre os fins”.

O representante da ArcelorMittal, com uma visão mais pragmática, conclui que “Não sou nem a favor nem contra a criação de um certificado brasileiro. Eu acho que já existe muita coisa.” O representante da Green Energy Park reconhece que “não existe produção em larga escala com preço competitivo de aço verde”, mas acredita ser viável “encontrar o método correto e as tecnologias corretas”. Weber, ao discutir a racionalização do direito, observa que “a exigência de um direito sem lacunas” é uma ilusão, pois “a aplicação de direito, em princípio, não é a aplicação de normas gerais a uma situação de fato concreta” (WEBER, 2004, p. 147). O desenho da certificação, portanto, não pode ser puramente formalista nem puramente material. O que falta, como sugerem ambos, é um pacto entre a indústria e o Estado para um processo em que Weber descreveu como a busca de um compromisso entre a racionalidade formal e a material, algo que só a luta concreta dos “interessados” pode resolver (WEBER, 2004).

O representante da Green Energy Park acredita que “o Brasil se beneficiaria de criar sua própria certificação”, porque o país “tem aspectos legais e produtivos diferentes da Europa”. O representante da ArcelorMittal, porém, desconfia da eficácia de mais uma regra:

“É mais importante o caminho para descarbonizar do que uma certificação para um produto descarbonizado”. Weber, ao discutir a legitimidade da dominação, observa que “a subsistência de toda dominação depende, no mais alto grau, da autojustificação mediante o apelo aos princípios de sua legitimação” (WEBER, 2004). Uma certificação brasileira teria que se justificar não apenas tecnicamente, mas politicamente, algo que, nas palavras do segundo entrevistado, exige “um diálogo entre a indústria, a sociedade, o governo através do Congresso Nacional”. Weber complementaria que toda criação de direito racional pressupõe um quadro administrativo que a execute e a controle, caso contrário, a regra vira letra morta (WEBER, 2004).

O problema, como ambos reconhecem, é que “o principal incentivo nesse momento é a certificação da União Europeia”. Sem mercado interno que valorize o aço verde, a certificação brasileira seria, na prática, um selo para exportação e então, como disse o representante da ArcelorMittal, “não adianta eu tentar vender um produto certificado em um mercado que não tem interesse por aquilo”. O dilema, para Weber, é clássico: a racionalização do direito avança onde há poder e interesse para sustentá-la; onde não há, a tradição ou o arbítrio prevalecem (WEBER, 2004).

4.2 IMPACTOS DA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL NOS PROCESSOS PRODUTIVOS: A PERCEPÇÃO DOS PROFISSIONAIS DA INDÚSTRIA

O representante da ArcelorMittal afirma que, ao buscar uma certificação como a ResponsibleSteel, “a mudança de operação às vezes acontece em termos de mudança de cultura operacional ou pequenos ganhos marginais que ocorrem ao longo do tempo”. Ele ressalta que “as mudanças não são mudanças radicais”, mas sim “melhorias incrementais” porque as certificações exigem melhoria contínua, um princípio central da Gestão pela Qualidade Total (TQM), que, segundo Saraiva (2024), se caracteriza pelo “foco nos colaboradores, através da formação, empowerment, reconhecimento, comunicação e trabalho em equipe”.

O representante da Green Energy Park aponta que, ao seguir o modelo da União Europeia (RFNBO), “os projetos são no nordeste porque aqui é mais fácil de atender as regulações, isso muda desde a origem”. A certificação afeta, portanto, até à localização dos empreendimentos. Ele acrescenta que “a parte mais fácil é sempre o técnico, engenharia a gente resolve com soluções técnicas”, os requisitos formais são os mais simples de

implementar. O mais difícil, para ele, é “lidar com as comunidades de maneira apropriada”, pois “caso a comunidade local não se engaje com o projeto fica difícil de treinar as pessoas de maneira apropriada”.

O representante da ArcelorMittal complementa que a certificação ResponsibleSteel “traz uma abordagem junto às partes interessadas das comunidades, nenhuma outra certificação pede isso”. Ambos concordam, portanto, que o impacto mais significativo da certificação não está nos parâmetros técnicos, mas na exigência de gestão social e diálogo com os territórios. A literatura sobre gestão da qualidade no setor público também aponta que “a efetividade da gestão da qualidade depende menos da adoção isolada de ferramentas e mais da construção de uma cultura organizacional orientada à aprendizagem e à melhoria contínua” (RIDOLFI *et al*., 2026).

Weber diria que isso é um deslocamento da racionalidade formal (normas abstratas) para a racionalidade material (considerações éticas e políticas), algo que “rompe o formalismo das características externas” (WEBER, 2004). O problema é que essa abertura ao social, embora desejável, torna o processo menos calculável e a calculabilidade, como o próprio Weber notou, é “o ótimo para a realização do princípio da repartição do trabalho administrativo” (WEBER, 2004).

Os entrevistados reconhecem essa tensão, tanto que o primeiro quer regras claras para exportar para a Europa; o segundo quer evitar que a burocracia da certificação emperre a fábrica. Estudos sobre técnicas de garantia da qualidade na indústria metalmecânica mostram que “empresas de micro e pequeno porte tendem a não adotar técnicas estatísticas ou analíticas para garantir a qualidade”, principalmente por “limitações orçamentárias e de infraestrutura” (SILVA et al., 2025), o que ecoa a percepção do representante da ArcelorMittal de que a certificação pode ser um custo sem retorno imediato para empresas menores.

4.3 BENEFÍCIOS AMBIENTAIS MENSURÁVEIS DA CERTIFICAÇÃO: AVALIAÇÃO A PARTIR DAS ENTREVISTAS

O representante da Green Energy Park é otimista em relação aos benefícios que seriam visíveis como o “aumento de expectativa de vida, aumento da qualidade de vida, redução de problemas respiratórios e assim por diante”, citando o exemplo da China, onde “há vinte anos, as cidades da China tinha aquela fumaça e hoje em dia você viaja para lá e você percebe que o

ar é limpo". O representante da ArcelorMittal, mais cauteloso, aponta que "o benefício mais visível é a redução das emissões, menor estresse nos recursos do planeta, maior sustentabilidade dos recursos naturais", chegando a mencionar a meta de "1,5 graus Celsius de aumento da temperatura média do planeta" como parâmetro, mas admite que "depende de como você mede isso".

A literatura sobre TQM enfatiza que "a qualidade não se centrava somente no produto ou serviço, mas passou também a contemplar as demais partes interessadas, nomeadamente os colaboradores, os fornecedores e a sociedade em geral" (SARAIVA, 2024). Weber, ao discutir a racionalização da administração moderna, enfatizou que a cultura moderna exige "precisamente esta 'calculabilidade' do resultado" (WEBER, 2004, p. 213). Ambos os entrevistados, de fato, recorrem a indicadores mensuráveis como o primeiro que cita o "consumo de energia elétrica renovável" como seu principal indicador e o segundo enumera o "consumo específico de água, emissão específica de CO_2, taxa de reciclagem de resíduos".

Aparentemente, há consenso de que a certificação pode gerar melhorias mensuráveis pelo menos no papel. O problema, como ambos reconhecem, é a falta de escala e de preço competitivo. Pesquisas sobre a trajetória da TQM mostram que "embora tenha havido vários estudos referentes à TQM, são necessários mais e principalmente diferentes", e que "os resultados ambíguos podem ser atribuídos à falta de consistência dos princípios em que se apoia" (SARAIVA, 2024). O representante da ArcelorMittal faz uma ressalva crucial de que "a descarbonização vai aumentar os custos de tudo. Tudo que você comprar vai ser mais caro." E questiona o ponto de que "Não adianta nada você ter um padrão de aço baixo carbono no futuro se não houver a devida precificação do produto pelos clientes."

O representante da Green Energy Park reconhece o dilema de que "não existe produção em larga escala com preço competitivo de aço verde". Weber já previra que a racionalização formal do direito e a criação de regras abstratas e calculáveis não garante, por si só, benefícios materiais; ela pode, ao contrário, servir apenas aos interesses dos mais fortes no mercado, pois "o direito formal de um trabalhador não significa praticamente a menor liberdade de fixar as próprias condições de trabalho" (WEBER, 2004, p. 65).

Estudos sobre intraempreendedorismo e inovação indicam que "o Intraempreendedorismo possui magnitude de influência sobre Inovação da ordem de 0,609" e que "a Inovação exerce influência sobre a Vantagem Competitiva da ordem de 0,409" (ARAUJO et al., 2024), mas esses números vêm de empresas que já internalizaram a cultura

de qualidade, não de um setor que ainda busca seu primeiro selo verde. Trazendo para o presente ter um selo de aço verde não assegura que as comunidades vizinhas respirem ar mais limpo se o preço do selo inviabilizar a produção local.

A certificação, para gerar benefícios mensuráveis, precisa ser acompanhada de políticas de mercado que valorizem algo que, no Brasil, como ambos reconhecem, "o principal incentivo nesse momento é a certificação da União Europeia". Sem demanda interna, os indicadores ambientais melhoram no papel, mas não no ar das cidades siderúrgicas. Os benefícios ambientais reais, portanto, dependem menos do selo em si e mais do ecossistema econômico e político que o envolve. A literatura sobre gestão da qualidade em sistemas públicos de saúde alerta que "a implementação de ferramentas como indicadores de desempenho, auditorias e protocolos assistenciais contribui para a organização dos serviços", mas que "a efetividade do Sistema de Gestão da Qualidade encontra limites estruturais e institucionais relevantes" (RIDOLFI *et al*., 2026). O mesmo se aplica ao aço verde sem governança e investimento contínuo, a certificação vira letra morta.

5 CONCLUSÃO

Em relação ao primeiro objetivo específico que é investigar os critérios técnicos e ambientais exigidos para a certificação do aço verde, a pesquisa evidenciou que não há consenso. O representante da ArcelorMittal defende um parâmetro objetivo ("abaixo de 300 kg de CO_2 por tonelada de aço produzido"), mas admite que "não tem uma definição clara". O representante da Green Energy Park amplia o escopo para que tenha "redução ou eliminação das emissões", além de tratamento de rejeitos e gestão de impactos sociais. A tensão, como mostrou a análise weberiana, é entre a racionalidade formal (normas calculáveis) e a justiça material (considerações éticas e políticas), entretanto o Brasil reúne condições objetivas para desenvolver sua própria certificação matriz elétrica renovável, experiência com carvão vegetal de florestas plantadas, parque industrial em transformação, mas o interesse efetivo só deve crescer quando houver planos concretos de produção em larga escala, o que exige não apenas volume, mas um mercado disposto a valorizar o produto e, principalmente, disposto a comprá-lo.

Quanto ao segundo objetivo específico que é identificar a percepção de profissionais da indústria sobre os impactos da certificação ambiental nos processos produtivos, os entrevistados foram unânimes em um ponto de que o mais difícil não é a engenharia. O representante da Green Energy Park afirmou que "a parte mais fácil é sempre o técnico",

enquanto a relação com as comunidades exige atenção constante. O representante da ArcelorMittal destacou que certificações como a ResponsibleSteel impõem “uma abordagem junto às partes interessadas das comunidades já que nenhuma outra certificação pede isso”. As exigências de diálogo sistemático com populações do entorno despertam mais controvérsia do que a própria descarbonização. No Brasil, os obstáculos podem estar menos relacionados às caldeiras e mais nas cercanias das fábricas, enquanto outro ponto de consenso foi a crítica à incerteza regulatória de que regras confusas ou instáveis travam investimentos e escolhas tecnológicas, pois sem clareza, o planejamento de longo prazo se torna inviável e a transição, mais cara e lenta.

Sobre o terceiro objetivo específico de que avaliar se a certificação tem gerado benefícios ambientais mensuráveis, os resultados são ambíguos. O representante da Green Energy Park é mais confiante, citando exemplos como a melhoria da qualidade do ar na China e o aumento da expectativa de vida. O representante da ArcelorMittal, mais cauteloso, lembra que a descarbonização aumenta custos e que “não adianta nada você ter um padrão de aço baixo carbono no futuro se não houver a devida precificação”. Ambos reconhecem que “não existe produção em larga escala com preço competitivo de aço verde”. Indicadores como consumo de energia renovável, emissões de CO_2 e reciclagem de resíduos são usados, mas os benefícios reais como o ar mais limpo, menos doenças respiratórias ainda são potenciais, não concretizados em escala, pois a certificação, para gerar benefícios mensuráveis, precisa ser acompanhada de políticas de mercado que a valorizem.

Há ainda o risco de vazamento de carbono, se o Brasil adotar padrões muito mais rigorosos que os concorrentes internacionais, a produção nacional pode migrar para países com regras menos exigentes, então as emissões globais não cairiam, elas apenas se deslocariam. Diante disso, a certificação do aço verde pode e deve ser feita, mas em um momento futuro, quando as rotas industriais estiverem consolidadas em escala comercial e o mercado já tiver sinalizado claramente o preço que está disposto a pagar pelo carbono embutido nos produtos importados. Enquanto isso, o esforço precisa se concentrar no que é mais urgente, como mapear alternativas práticas, testar rotas, qualificar fornecedores e preparar as comunidades. O selo verde, nesse momento, seria menos uma solução e mais uma distração.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **ABDI recebe pesquisadores da Universidade Johns Hopkins em agenda sobre transição energética**. Brasília, DF, 10 out. 2024. Disponível em: https://www.abdi.com.br/abdi-recebe-pesquisadores-da-universidade-johns-hopkins-em-agenda-sobre-transicao-energetica/. Acesso em: 21 ago. 2025.

ALMADA, L.; BORGES, R. S. G.; FERREIRA, B. P. As estratégias da visão baseada em recursos naturais são lucrativas? Um estudo longitudinal do Índice de Sustentabilidade Empresarial Brasileiro. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 533-555, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.7819/rbgn.v24i3.4185. Acesso em: 10 set. 2025.

ANDRADE, Denise Aparecida Freitas de *et al*. **Práticas inovadoras em revistas científicas**: estudo exploratório sob a ótica da Ciência Aberta a partir do Diretório Miguilim. In: CONFERÊNCIA LUSÓFONA DE CIÊNCIA ABERTA, 15., 2024. Disponível em: https://ridi.ibict.br/bitstream/123456789/1404/1/Andrade%2c%20artigo%2c%20Pr%c3%a1ticas%20inovadoras%20em%20revistas%20cient%c3%adficas.pdf. Acesso em: 10 abr. 2026.

ARAÚJO, L. M. de O. et al. A cultura intraempreendedora e sua influência na inovação e na vantagem competitiva. **Tendencias**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 1-32, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.22267/rtend.242501.239. Acesso em: 11 nov. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16001:2004**: Responsabilidade social – Sistema da gestão – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001:2015**: Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.

BARNI, E. M.; SILVA, D. Uma proposta de planejamento e execução de 5S nas organizações: cuidando da qualidade total na gestão empresarial. **Quest Journals**, v. 10, n. 5, p. 52-56, 2022. Disponível em: https://www.questjournals.org/jrbm/papers/vol10-issue4/Ser-2/H10045157.pdf. Acesso em: 10 mai. 2026.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. 2. ed. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARREIROS, J. L. G.; FONSECA, G. N. M.; LAURINDO, I. G. S. **Gestão da qualidade e resistência à mudança**: estratégias para a evolução empresarial descomplicada. Macapá: Universidade Federal do Amapá, 2025. Disponível em:

http://200.139.21.55/bitstream/123456789/1734/1/TCC_GestaoQualidadeResistencia.pdf. Acesso em: 10 mai. 2026.

BESSANT, J.; TIDD, J. **Innovation and Entrepreneurship**. 3. ed. [S. l.]: Wiley, 2015. Disponível em: https://lib.unililzone.com/handle/123456789/83. Acesso em: 8 nov. 2025.

BOSSOLAN, Gabriel Guilherme *et al*. Certificação ambiental - Sistema de gestão ambiental - SGA. **Muscae Journal**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2023. DOI: https://doi.org/10.55905/muscv1n1-001. Disponível em: https://doi.org/10.55905/muscv1n1-001. Acesso em: 10 out. 2025.

CARVALHO, J. A. F. *et al.* Tripé da Sustentabilidade e Economia Criativa: Implicações para a Minimização da Degradação Ambiental. **Revista DCS**, v. 22, n. 81, p. 01-14, 2025. Disponível em: https://ojs.revistadcs.com/index.php/revista/article/view/3133. Acesso em: 31 out. 2025.

CERQUEIRA, T. B. *et al*. Ecodesenvolvimento: Uma Revisão Conceitual e Literária sobre o Crescimento Econômico, o Socialmente Inclusivo e Ambientalmente Sustentável. **Revista Semiárido De Visu**, v. 13, n. 3, p. 1-22, jun. 2025. Disponível em: https://semiaridodevisu.ifsertaope.edu.br/index.php/rsdv/article/view/450. Acesso em: 17 out. 2025.

CRUZ, R. R.; ALENCAR, H. M. S.; FREITAS, V. E. V. S. Teoria da burocracia na administração pública brasileira: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 13, n. 3, p. 1-16, 2022. Disponível em: https://sustenere.inf.br/index.php/rbadm/article/view/7523/4467. Acesso em: 11 mai. 2026.

D'ANJOUR, M. F.; MEDEIROS, B. C.; AÑEZ, M. E. Inovatividade: validação de uma escala multidimensional para micro e pequenas empresas a partir dos princípios da Gestão da Qualidade Total. REAd – **Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 29, n. 3, p. 573-598, set./dez. 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/read/a/XfJgzvQVRrrg8LSDmN8xqLC/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 10 mai. 2026.

DIAS, S. L. F. G.; GALINA, S. V. R. Negócios da (na) Floresta Amazônica: Desafios e Oportunidades da Sustentabilidade na Cadeia de Valor. **Cadernos de Gestão Pública e Cidadania,** v. 30, 2025. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cgpc/a/sspRsV5QzJwZwgpPNxQBgjf/. Acesso em: 31 out. 2025.

DOURADO, Ivan Penteado; MARQUES, Ademar de Oliveira. O tripé da sustentabilidade brasileira. **Revista Gesto-Debate**, Campo Grande, v. 24, n. 2, p. 27-63, jan./dez. 2023. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/gestodebate/article/view/18814. Acesso em: 13 out. 2025.

ELKINGTON, J. Enter the Triple Bottom Line. In: HENRIQUES, A.; RICHARDSON, J. (Ed.). **The Triple Bottom Line**: Does It All Add Up? London: Earthscan, 2004.

FARAH, Marta Ferreira Santos. Análise de políticas públicas no Brasil: de uma prática não nomeada à institucionalização do "campo de públicas". In: FARAH, Marta Ferreira Santos (Org.). **Análise de políticas públicas no Brasil. Rio de Janeiro**: Editora Fiocruz, 2016. p. 29-68.

FAYER, G. C. *et al*. A relevância das certificações ambientais ESG no gerenciamento sustentável dos recursos naturais: um estudo de caso sobre as certificações ESG "ResponsibleSteel" na indústria do aço. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 14., 2023, Natal. **Anais** […]. Natal: Congea, 2023. Disponível em: https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2023/V-028.pdf. Acesso em: 17 out. 2025.

FERRAZ, Miriam Olivia Knopik; GONÇALVES, Heloísa Alva Cortez. O licenciamento ambiental brasileiro e a herança patrimonialista na burocracia ambiental do Brasil. **Revista Quaestio Iuris**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 1009-1032, 2022. Disponível em: https://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/quaestioiuris/article/view/50823. Acesso em: 10 out. 2025.

FIRMINO, A. L.; PEIXOTO, F. M. Desempenho ESG e seu impacto no desempenho das emissões de gases de efeito estufa na América Latina**. Revista de Contabilidade e Finanças** - USP, São Paulo, v. 36, n. 97, e2089, 2025. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rcf/a/BhwJGZQdGsJkkbTXCK9GS5t/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 19 nov. 2025.

FRÓES, M. C. et al. Processo de Implantação de um Sistema de Gestão Ambiental nas Organizações: Revisão Bibliográfica. **Prospectus, Itapira**, v. 6, n. 1, p. 551-577, jan./jun. 2024. Disponível em: https://prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/psi/article/view/237. Acesso em: 17 out. 2025.

GAIO, Alexandre; ROSNER, Raquel Frazão; FERREIRA, Vivian M. O licenciamento ambiental como instrumento da política climática. **Revista Direito e Práxis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 594-620, 2023. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistaceaju/article/view/73126. Acesso em: 10 out. 2025.

GERHARDT, S.; NOGUEIRA, M. A. F. S. Certificação Ambiental no Brasil da ISO 14001: Processo para Implementação e Operação da Norma. **Anais do Congresso** A Nova Geração de Profissionais - Competências do Futuro, 2025. Disponível em: https://ocs.ufgd.edu.br/index.php?conference=scf&schedConf=SICONF2025&page=paper&op=viewFile&path%5B%5D=2360&path%5B%5D=1864. Acesso em: 11 nov. 2025.

GESTÃO DE QUALIDADE: quality management, gestión de calidad. **International Integralize Scientific**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 8-22, 2025. ISSN 3085-654X. Disponível em: https://iiscientific.com/ojs/index.php/iis/pt_BR/article/view/1450/1293. Acesso em: 7 abr. 2026.

GOMES, Carla Amado; BRAGA, Juliana Rocha. Proposta de Lei Geral do Licenciamento Ambiental: simplificação ou desadministrativização? **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 22, e222875, 2025. Disponível em: https://www.scielo.br/j/vd/a/T9jJtQykxYwwTJ47ZwQkcWf/. Acesso em: 10 nov. 2025.

GRIFFIN, Paul W.; HAMMOND, Geoffrey P. The prospects for 'green steel' making in a net-zero economy: a UK perspective. **Global Transitions**, [S. l.], v. 3, p. 72-86, 2021. Elsevier BV. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.glt.2021.03.001. Acesso em: 31 jul. 2025.

HAMILTON, S. F.; ZILBERMAN, D. Green markets, eco-certification, and equilibrium fraud. **Journal of Environmental Economics and Management**, [S. l.], v. 52, n. 3, p. 627-644, nov. 2006. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0095069606000611. Acesso em: 11 ago. 2025.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Aço & Sustentabilidade 2025**. Rio de Janeiro, 2025. 11 p. Disponível em: https://www.acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2025/09/Folder_AcoBrasil_Sustentabilidade_2025.pdf. Acesso em: 24 ago. 2025.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Estatística da Indústria do Aço**: 2º Trimestre de 2025. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: https://www.acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2025/09/Estatistica-da-Industria-do-Aco_2o_TRI_2025.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Iron and Steel Technology Roadmap. Paris**: IEA, 2022. Disponível em: https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap. Acesso em: 27 jul. 2025.

JESUKA, D. *et al.* O Impacto da Inovação Verde e do Desempenho ESG na Dívida da Firma. BBR, **Brazilian Business Review**, v. 22, 2025. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bbr/a/YSn76V3xs6kPQtR49H9jSDx/abstract/?lang=pt. Acesso em: 30 out. 2025.

LEITE, Barbara Sousa et al. Ferramentas da qualidade em processo industrial. **Revista Contemporânea**, v. 5, n. 11, p. 01-31, 2025. DOI: 10.56083/RCV5N11-154. Disponível em: https://doi.org/10.56083/RCV5N11-154. Acesso em: 8 abr. 2026.

LISBÔA-FILHO, Flavi Ferreira; LÜBECK, Elisa; CARVALHO, Luciomar de. Os Distritos Criativos e os Geoparques como estratégia de sensibilização e articulação dos atores para o desenvolvimento territorial sustentável. **Revista CS**, n. 45, a06, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.18046/recs.i45.06. Acesso em: 8 nov. 2025.

LUNELLI, Isabella Cristina; SILVA, Liana Amin Lima da. Estado de Coisas Inconstitucional no Brasil: a captura pelas empresas do dever estatal de consultar os povos e comunidades tradicionais diante dos procedimentos de licenciamento ambiental. **Revista Direito e Práxis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 536-566, 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rdp/a/RsGnhBptdLFPt4bgVY6WFqy/. Acesso em: 10 out. 2025.

MAGALHÃES, M. L. M. *et al*. **Benefícios e Desafios na Implementação da ISO 14001**. Revista Dissertar, 2024. Disponível em: https://dissertar.adesa.com.br/index.php/home/article/view/11. Acesso em: 11 nov. 2025.

MARIANI, Cristina Borges; BESSA, Luiz Fernando Macedo. Governo aberto no Brasil: reflexões sobre as relações de poder desveladas pela instrumentação da ação pública. **Cadernos de Gestão Pública e Cidadania**, São Paulo, v. 30, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.12660/cgpc.v30.90078. Acesso em: 31 ago. 2025.

MCKINSEY & COMPANY. **ESG momentum**: seven reported traits that set organizations apart. 2023b. Disponível em: https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/esg-momentum-seven-reported-traits-that-set-organizations-apart. Acesso em: 15 nov. 2025.

MCKINSEY & COMPANY. **How to make ESG real. 2023a**. Disponível em: https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/how-to-make-esg-real. Acesso em: 15 nov. 2025.

MCKINSEY & COMPANY. **Why ESG is here to stay**. 2022. Disponível em: https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/why-esg-is-here-to-stay. Acesso em: 15 nov. 2025.

MEEK, W. R.; GIANIODIS, P. T. The death and rebirth of the entrepreneurial university model. **Academy of Management Perspectives**, v. 37, n. 1, p. 55-71, 2023. Disponível em: https://journals.aom.org/doi/abs/10.5465/amp.2020.0180. Acesso em: 10 out. 2024.

MORAIS, Marcos de Oliveira; MORAIS, Gabriel Alves. A gestão da qualidade e a interface com a indústria 4.0: proposta de mapa conceitual para as organizações. **Journal of**

Technology & Information, v. 5, n. 2, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.17165489. Disponível em: https://doi.org/10.5281/zenodo.17165489. Acesso em: 9 abr. 2026.

NA COP29, **indústria brasileira discute estratégias para o desenvolvimento sustentável. CNN Brasil**, São Paulo, 22 nov. 2024. Branded Content. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/branded-content/nacional/na-cop29-industria-brasileira-discute-estrategias-para-o-desenvolvimento-sustentavel/. Acesso em: 21 ago. 2025.

NARCISO, P. F. O golpe de Estado, a burocracia e a teoria marxista do Estado. **Princípios**, v. 163, n. 1, p. 293-320, jan./abr. 2022. Disponível em: https://revistaprincipios.emnuvens.com.br/principios/article/view/154/92. Acesso em: 11 mai. 2026.

OCHOA SARAVIA, Juan Alfredo *et al*. Gestión de la calidad en empresas del sector comercial: una revisión sistemática 2020–2025. **Revista de Gestión Empresarial**, Lima, 2025. Disponível em: https://revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/4286/4911. Acesso em: 6 abr. 2026.

OLIVEIRA, N. M. T.; PINHEIRO, K. C. Concepções sobre burocracia: a dicotomia da teoria de Weber e de Lipsky. REGeA – **Revista de Gestão e Avaliação**, v. 12, n. 3, p. 175-183, 2023. Disponível em: https://periodicos.unichristus.edu.br/gestao/article/view/4608/1795. Acesso em: 11 mai. 2026.

OSTROM, Elinor. **Governing the Commons**: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. Disponível em: https://www.actu-environnement.com/media/pdf/ostrom_1990.pdf. Acesso em: 11 out. 2025.

PEDRO, S. C. *et al*. Match & Matters: desafios do (intra)empreendedorismo e da inovação aberta. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 28, n. 4, e240036, 2024. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rac/a/jtMpdV7G6XhB45rB9GFH3Wr/?lang=en. Acesso em: 31 out. 2025.

PINHO, Ana Paula Moreno; SILVA, Clayton Robson Moreira da. Abordagem cognitivo-reflexiva na pesquisa qualitativa: estratégia para a prática de entrevista semiestruturada. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 28, 2025. Disponível em: https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/738/516. Acesso em: 10 abr. 2026.

PORTER, Michael E. **Competitive Strategy**: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York: The Free Press, 1980.

PROVENSI, T. et al. Transition to the circular economy in the metallurgical sector: an implementation framework. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 23, n. 2, 2025. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cebape/a/MkGmGbm3hT3YBF855pzhRtz/. Acesso em: 31 out. 2025.

RESPONSIBLE STEEL. **Responsible Steel Standard**. 2023. Disponível em: https://www.responsiblesteel.org/standards/. Acesso em: 15 set. 2025.

RIDOLFI, Luiz Fernando et al. Gestão da qualidade no Sistema Único de Saúde e seus condicionantes institucionais: contribuições e desafios para a governança da saúde pública, uma revisão integrativa da literatura (2018-2023). **International Journal of Health Management Review**, v. 12, n. 1, p. 01-18, e0434, 2026. Disponível em: https://ijhmreview.org/ijhmreview/article/view/434/344. Acesso em: 5 abr. 2026.

ROCHA, L. F. **A burocracia segundo Hannah Arendt**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2025. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/80182. Acesso em: 10 mai. 2026.

RODRIGUES, Rodrigo Ferreira; SILVA, Rodrigo Oliveira da. A utilização do estudo de caso na pesquisa qualitativa: uma abordagem teórica. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 28, 2025. Disponível em: https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/854/607. Acesso em: 11 abr. 2026.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SARAIVA, M. Gestão pela qualidade total: análise crítica e perspetiva. In: **Qualidade: multidisciplinaridade, lateralidade, perspetivas e desenvolvimento**. [S.l.: s.n.], 2025. Cap. 4, p. 123-185. Disponível em: https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/40553/1/2025_edesp1_25_123_185.pdf. Acesso em: 10 mai. 2026.

SILVA, D. L. S.; RIBEIRO, G. B. L.; GAMA, I. H.; PIRES, M. L. Gestão da qualidade: qualidade organizacional aplicada aos processos de produção industrial. **Revista Paramétrica**, v. 14, n. 1, p. 1-41, jan./jul. 2022. Disponível em: https://periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/view/271/196. Acesso em: 10 mai. 2026.

SILVA, Guilherme Paixão Tavares da; PIZZOLATO, Morgana; ARENHART, Rodrigo Schons. Técnicas para garantia da qualidade: teoria e aplicação nos setores de usinagem de cinco indústrias metalmecânicas. **Revista de Engenharia de Produção**, v. 26, n. 2, 2025. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao/article/view/149801/97604. Acesso em: 10 abr. 2026.

SILVA, Rafael Felix da; RAZZOLINI FILHO, Edelvino. Publicações científicas em marketing verde: uma perspectiva bibliométrica. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 19, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rdbci/a/gFVTRj8XcNvzKFyvBGGhBZd/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 12 nov. 2025.

SILVA, S. C. A Transição Histórica da Padronização Industrial à Responsabilidade Social. **Artefactum**, v. 24, n. 1, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.23900/artefactum.v24i1.2382. Acesso em: 12 nov. 2025.

SIMÕES, Thaís Adriana Pires; FERRAREZI JUNIOR, Edemar. Gestão de qualidade na indústria: uma visão abrangente do PDCA. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 22, n. 1, p. 724-734, 2025. DOI: 10.31510/infa.v22i1.1852. Disponível em: https://doi.org/10.31510/infa.v22i1.1852. Acesso em: 9 abr. 2026.

SOUZA, T. M.; COELHO, R. A.; SILVEIRA, I. Design para a Sustentabilidade: as contribuições do desenvolvimento sustentável e do pensamento sistêmico. In: 15º **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN**, 2023, Manaus. Anais […]. Manaus: UFAM, 2023. Disponível em: https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/cadernoppgd/article/view/16802. Acesso em: 17 out. 2025.

TEIXEIRA, A. V.; PILAU SOBRINHO, L. L.; REATO, T. T. Sustentabilidade e ESG: o consumo sustentável no cenário neoliberal. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 21, e212633, 2024. Disponível em: https://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/2633. Acesso em: 19 nov. 2025.

VEDANA, D.; ANDREASSI, T. Proposta de um modelo teórico para oportunidades de pesquisa e inovação em ensino de empreendedorismo. **Revista de Administração de Empresas**, v. 65, n. 3, p. 1-31, 2025. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rae/a/465YhXqT9Q4ZYqQcTtWd9gg/?lang=en. Acesso em: 11 nov. 2025.

WEBER, Max. **Economia e Sociedade**: fundamentos da sociologia compreensiva. v. 2. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1991.

YONGSHENG, X.; YINGQUAN, L. Governança Global Sustentável da Cadeia de Suprimentos, Eficácia da Responsabilidade Social e Desempenho em Mercados Emergentes: Um Estudo de Caso Múltiplo Exploratório. RAE - **Revista de Administração de Empresas**, v. 65, n. 6, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0034-759020250602x. Acesso em: 12 set. 2025.