

ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS OCACIONADOS POR EMPRESAS: REVISÃO DE LITERATURA

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY COMPANIES: LITERATURE REVIEW

DOI: 10.24933/rep.v8i1.415

v.8 n.1 (2024)

OLIVEIRA, Paulo Vinícius Ávila¹; SILVEIRA, Ana Luiza¹; NASCIMENTO, Beatriz Ferreira¹; ALEXANDRIA, Filipe Saraiva Silva¹; QUESADA, Gabrielle Ribeiro¹; SANTANA, Maria Eduarda Cardoso¹; SPIANDORELLO, Simone Cristina²; OLIVEIRA, Laira Lúcia Damasceno²

¹Graduandos do curso de Administração, Campus Swift, Campinas, Universidade São Francisco

²Docentes do curso de Administração, Campus Swift, Campinas, Universidade São Francisco

pauloavila847@gmail.com

RESUMO. Os impactos ambientais são mudanças negativas no meio ambiente que resultam de atividades antrópicas, como a construção de infraestrutura, extração de recursos naturais, diminuição dos mananciais, erosões, extinção de espécies, poluição, agravamento do efeito estufa e destruição de habitats. Esses impactos podem ter efeitos devastadores no ecossistema e afetar a vida de animais e plantas, podendo ocasionar, também, prejuízos financeiros e danos à reputação da empresa impulsionando a evasão de investidores avessos a manter capital em organizações que não adotam boas práticas ESG. Este estudo objetivou analisar o engajamento das empresas com o meio ambiente, mostrando o quão perigosas algumas ações, ou sua ausência, podem ser. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre três desastres ambientais envolvendo empresas de grande porte, que são: o rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho/MG, causado pela empresa Vale que ocasionou 272 mortes e espalhou dejetos por toda a bacia do rio Paraopeba; o vazamento de óleo que ocorreu na Bacia de Campos/RJ, ocasionado pela petrolífera Chevron que gerou a contaminação da água e morte de animais marinhos; e o caso JBS de emissão de gás metano que gera o efeito estufa com danos irreparáveis ao meio ambiente. A seleção dos casos considerou os critérios metodológicos descritos adiante e a repercussão dos casos na comunidade acadêmica que produziu um número relevante de estudos utilizados nesse levantamento, e que possibilitaram a constatação de que as práticas ambientais devem ser realizadas de acordo com a legislação a fim de promover a preservação do meio ambiente, além do cumprimento das normas ambientais. Espera-se sensibilizar outras empresas a adotarem medidas para reduzir ou eliminar tais impactos, visando proteger o meio ambiente e assegurar o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Desastre ambiental; Brumadinho; Chevron; JBS; poluição; metano.

ABSTRACT. Environmental impacts are negative changes in the environment that result from anthropic activities, such as infrastructure construction, natural resources preservation, water sources reduction, erosion, species extinction, fuel, greenhouse effect worsening and habitats destruction. These effects may have devastating consequences on the ecosystem and affect animal and plant life. They also cause financial losses and damage to company's reputation, driving investors evasion due to their aversion to invest in no ESG organizations. This study

sought to analyze companies' environmental engagement, and show how dangerous some actions, or their absence, can be. We did a bibliographic research of three environmental disasters involving large companies, which are: Córrego do Feijão mine dam rupture, in Brumadinho/MG, involving Vale, which caused 272 deaths and waste spread into Paraopeba river basin; Campos/RJ Basin oil spill, involving Chevron oil company, causing water contamination and marine animals death; and JBS' methane gas emissions which causes greenhouse effect and irreparable damage to the environment. Cases selection considered methodological criteria afterward described and cases repercussion in the academic community, who produced a relevant number of studies, herein analysed, making possible to assert that environmental practices must occur in accordance to legislation in order to promote environment preservation as well as environmental standards compliance. We expect to sensitize other companies to act to reduce or eliminate such impacts, aiming to protect the environment and ensure sustainable development.

Keywords: Environmental disaster; Brumadinho; Chevron; JBS; pollution; methane.

INTRODUÇÃO

A relação entre problemas ambientais e empresas sempre foi um assunto de preocupação para os ambientalistas, visto os impactos negativos gerados. Isso é originário e agravado desde o início da Revolução Industrial, que possibilitou um crescimento da população em contrapartida que diminuiu drasticamente a resiliência dos ecossistemas (TRAVASSOS; SILVA, 2008). São diversos impactos que atingem de forma negativa o meio ambiente resultante da falta de comprometimento e responsabilidade por parte das organizações, causando assim, problemas nos compartimentos biológicos: solo, ar e água.

Desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades. É um modelo de desenvolvimento que não esgota os recursos naturais para as gerações futuras (WWF, 2022). Nas organizações, o conceito de desenvolvimento sustentável vem ampliando seu significado desde a década de 1990 com a proposição do *triple bottom line*, ou tripé da sustentabilidade, por John Elkington (1994), que postulou que a transição para um capitalismo sustentável se daria por uma mudança estrutural na mentalidade econômica, capaz de estimular novos paradigmas e a necessidade de pensar além dos lucros financeiros, avaliando o desempenho das empresas de modo mais abrangente e holístico (AMATO et al., 2022). Em 2004, por iniciativa da ONU e do Pacto Global cunhou-se a sigla ESG que congrega as boas práticas ambientais, sociais e de governança, orientando e impulsionando a transformação dos modelos de gestão adotados pelas empresas que buscam aliar um desempenho gerencial superior à sustentabilidade no âmbito dos três pilares ESG.

As empresas, como agentes econômicos, têm um papel crucial no que diz respeito a uma responsabilidade socioambiental mais sustentável, pois suas atividades afetam diretamente o meio ambiente e a sociedade. No entanto, muitas empresas ainda adotam práticas irresponsáveis em relação ao meio ambiente, causando graves impactos negativos. Um dos principais problemas ambientais causados pelas empresas é a contaminação da água. A água é um recurso fundamental para a vida, e a poluição pode afetar a qualidade e disponibilidade deste recurso, comprometendo assim a saúde da população humana e dos ecossistemas existentes.

Os casos estudados nesse artigo foram selecionados a partir de critérios metodológicos apresentados mais adiante, mas também, pela grande mobilização que causaram na sociedade e, portanto, por seu alto potencial para a sensibilização de empresas e pessoas para a

importância de debater o assunto, e também, de adotar boas práticas gerenciais que possam impedir, ou ao menos, mitigar danos causados por desastres como esses.

Dentre os episódios marcantes, pode-se mencionar o caso da barragem B1 de minério de ferro em Córrego de Feijão, que pertencente à Vale S.A., que liberou subitamente e com grande força 13 milhões de m³ de rejeitos sobre o município de Brumadinho. A barragem estava localizada no ribeirão Ferro Carvão, que é um afluente do rio Paraopeba. O rio Paraopeba apresenta 510 quilômetros de extensão, passando por trinta e cinco municípios e é um contribuinte do rio São Francisco, um rio crucial no Brasil.

A situação é que mesmo antes do desastre ambiental causado pela Samarco, o rio Doce já era considerado comprometido devido à poluição hídrica e às espécies aquáticas que já vinham enfrentando risco de extinção. Enquanto isso, o rio Paraopeba era considerado razoavelmente saudável, com abundante biodiversidade aquática e margens preservadas devido à presença da Mata Atlântica. Ele servia como fonte de sobrevivência para tribos indígenas e populações ribeirinhas, incluindo a aldeia Xohã da tribo Pataxó e fornecia água para vários municípios. A principal fonte contaminante do solo analisada foi causada pelo rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho (Minas Gerais), causada pela empresa Vale.

Fundada em 1942, originalmente uma estatal chamada de Companhia Vale do Rio Doce, ela tornou-se uma das principais empresas mineradoras privatizadas, mundialmente, operando em mais de 30 países e f da região.

O segundo caso analisado nesse estudo está relacionado a um evento cuja primeira notificação ocorreu em 9 de janeiro de 2011 quando foi reportado um vazamento próximo ao Campo de Frade, na região da Bacia de Campos, no Rio de Janeiro. O vazamento foi ocasionado pelo processo de perfuração realizado pela empresa petrolífera Norte-Americana Chevron. O desastre ocorreu pelo excesso de pressão realizado ao perfurar um novo poço. Presente no Brasil há mais de 100 anos com 11 blocos de exploração e produção de óleo e gás nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, a empresa gerou graves problemas hídricos para a região ao vazar 3.700 barris de óleo no mar. Esse desastre afetou toda a cadeia animal, desde a fonte de alimentação desses até a morte por via de aprisionamento no óleo.

O terceiro caso estudado está relacionado à emissão de gás metano (CH₄) por bovinos e envolve a JBS S.A. De acordo com a Embrapa (2022), a produção de metano (CH₄) em bovinos é uma consequência natural do processo de digestão dos alimentos no rúmen dos animais, onde ocorre a fermentação por microrganismos que produzem o gás, que é posteriormente emitido para a atmosfera através da eructação (arroto) dos animais.

O agravamento do efeito estufa é um fator preocupante mundialmente, ainda mais causado via liberação de metano por empresas do agronegócio. Segundo Santos (2017), ao analisar o período de cem anos, o gás metano implica 21 vezes mais para o agravamento do efeito estufa do que o gás carbônico. A JBS S.A, empresa multinacional do ramo da agropecuária de origem brasileira, é uma das mais importantes no mercado, mas que também é responsável por uma enorme liberação de metano e de outros gases que geram o efeito estufa, o que se torna preocupante em uma análise a longo prazo para o meio ambiente, já que os danos são irreversíveis para o planeta.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar os problemas ambientais, envolvendo os diferentes compartimentos: água, ar e solo, causados por diferentes atividades das empresas citadas, além de propor ferramentas para minimizar as consequências destes eventos e evitar que situações semelhantes ocorram novamente.

MÉTODOLOGIA

O levantamento bibliográfico ocorreu no mês de março de 2023 nos bancos de dados científicos Google Acadêmico, SciELO, Página oficial Nações Unidas Brasil e o Ministério Público Federal. O material reunido foi selecionado segundo os critérios de inclusão: artigos e livros relevantes sobre os temas preferencialmente publicados entre os anos 2014 a 2022, em língua portuguesa e foram excluídos materiais de fontes não confiáveis. Foram coletados no total 12 artigos científicos dos bancos de dados e combinados entre si para a formação desta revisão de literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rompimento da barragem da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho

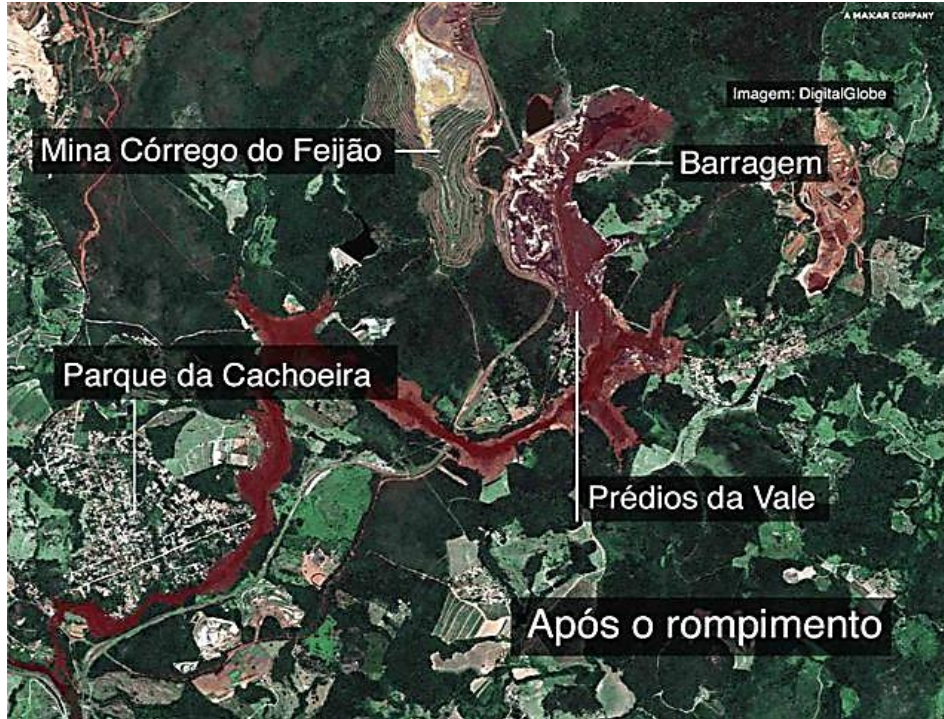
O rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho é um exemplo trágico. Em 25 de janeiro de 2019, houve uma ruptura na barragem de rejeitos da mina Córrego do Feijão, gerenciada pela empresa Vale S.A, em Brumadinho, Minas Gerais. Segundo o relatório do Centro Internacional para Métodos Numéricos na Engenharia (CIMNE/UPC), a barragem B1 se rompeu devido a um fenômeno de liquefação em que a resistência ao cisalhamento diminui à medida que a tensão no solo se aproxima de zero. O desastre ambiental resultou em 272 vítimas fatais, além de espalhar resíduos contaminantes por toda a bacia do Rio Paraopeba. Ao contaminar a bacia, ocasionou a alteração e comprometimento da qualidade da água e, conseqüentemente, a devastação do bioma marinho da área afetada.

O solo foi gravemente impactado devido a devastação pelos rejeitos, causando a mortalidade de boa parte da fauna. O incidente resultou em uma grande extensão territorial afetada e levou a dezenas de mortes e desaparecimentos. De acordo com estimativas, mais da metade das áreas afetadas eram de vegetação nativa, enquanto quase um quinto era ocupado por atividades com alta circulação de pessoas e 13% por atividades agropecuárias, abrangendo grande parte do município (PEIXOTO, 2020).

Além dos danos humanos, o desastre contaminou a bacia do Rio Paraopeba, afetando a qualidade da água e conseqüentemente a biota aquática da região. Cerca de 300 pessoas foram vítimas da tragédia e a contaminação da água por substâncias químicas prejudiciais à saúde se espalhou por aproximadamente 250 quilômetros do rio Paraopeba em apenas um mês, afetando 16 municípios ao longo do caminho. A grande quantidade de lama, cerca de 12 milhões de m³, acarretou no acúmulo de sedimentos ao longo do tempo, resultando no assoreamento dos leitos e barragens das hidrelétricas nos rios Paraopeba e São Francisco, conforme mostra a Figura 1.

Segundo Ferreira (2020), a contaminação dos mananciais subterrâneos também é uma preocupação. Mais de 51% da área afetada são ecossistemas naturais com uma rica biodiversidade, dos quais mais de 65% (98,18 hectares) são matas em estágio ecológico avançado, como mostra a Figura 1 com imagens de satélite da região atingida pelo caminho da lama após o rompimento da barragem.

Figura 1 – Imagem correspondente a região da bacia do Rio Paraopeba (Brumadinho- MG) atingida pelos rejeitos.

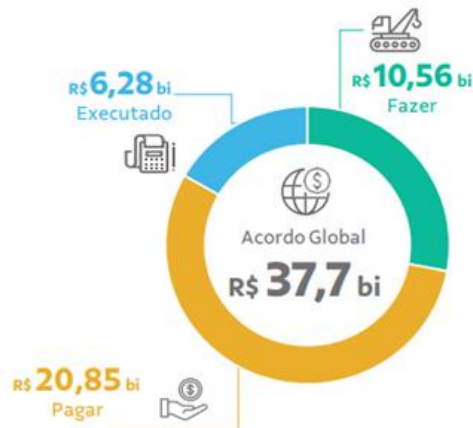


Fonte: BBC Brasil.

Em 4 de fevereiro de 2021, a Vale, empresa responsável pelas operações da barragem, assinou um acordo com as comunidades vítimas se comprometendo a realizar uma reparação de forma integral. O referido documento estipula as responsabilidades da Vale em relação à reparação socioeconômica e socioambiental, o que totaliza um valor estimado em R\$ 37,7 bilhões de reais (Figura 2).

Figura 2 – Imagem sobre os valores do acordo de reparação.

Valores do Acordo de Reparação Integral



Fonte: Balanço da Reparação Vale.

Além disso, o acordo inclui a disponibilização de recursos para contratar auditorias independentes que ajudarão a monitorar a implementação dos projetos pelas instituições envolvidas. A empresa realizou estudos na região atingida, para melhor compreender os efeitos da contaminação no bioma pelos elementos químicos presentes nos rejeitos e através destes estudos promover ações para recuperar o córrego do feijão afluente do rio Paraopeba além do próprio rio Paraopeba. A Tabela 1 mostra os principais tópicos acerca do conteúdo levantado no estudo.

Tabela 1 – Problemas ambientais relacionados à poluição do solo por rejeitos de minério causados pela empresa Vale.

Problemas ambientais	Rompimento da barragem da empresa Vale em Brumadinho - MG
Efeitos para o planeta	Contaminação do rio Paraopeba, afluente do rio São Francisco; Devastação dos 133,27 hectares da Mata Atlântica; Devastação de 70,65 hectares de áreas de proteção permanente;
Desafios das ciências e tecnologia	Estudos apontam que populações expostas a grandes desastres tendem a apresentar aumento de transtornos mentais, doenças cardiovasculares e respiratórias; Realização de um programa que acompanha dois grupos de moradores de Brumadinho que consiste em entrevistas, exames físicos e acompanhamento de desenvolvimento.
Ações realizadas pela empresa	Em 4 de fevereiro de 2021, foi assinado o Acordo de Reparação Integral entre a Vale e as vítimas; Valor estimado do acordo: R\$ 37,7 bilhões; Recursos previstos para contratação de auditorias independentes.
Possíveis ações	Realizar uma nova e mais eficaz política de gestão e monitoramento de barragens; Ter um plano de ação de emergências (PAE) para estabelecer medidas em caso de emergência; Realizar frequentemente atividades de inspeção.
Referências	Peixoto (2020); Polignano (2020); Singer (2020); Relatório semestral das ações de reparação e desenvolvimento da Vale nas áreas impactadas pelo rompimento da Barragem B1 e nos territórios evacuados : Equipe de Comunicação Reparação e Descaracterização, Vale (2022).

Fonte: Próprio autor

De acordo com Oliveira (2021), os danos sociais decorrentes da tragédia foram significativos e variados. O mais terrível deles foi a perda de vidas humanas. Além disso, muitas pessoas ficaram feridas e precisaram de atendimento médico, enquanto os moradores locais sofreram um grande impacto psicológico, tendo suas vidas completamente alteradas em relação ao que costumavam ser.

Outra questão preocupante é a situação dos moradores que ficaram desabrigados, incluindo aqueles que viviam no distrito de Bento Rodrigues, em Mariana, que foi o epicentro da tragédia. Essas pessoas perderam suas casas e agora enfrentam um futuro incerto, sem ter onde morar, resultando em mudanças no uso dos serviços de saúde. Assim, será crucial monitorar e avaliar regularmente a evolução dessas condições ao longo do tempo, com o intuito de fornecer informações estruturadas aos serviços de saúde locais e ajudar a organizar esses

serviços, de forma a atender adequadamente às necessidades da população residente no município.

Vazamento de óleo Bacia de Campos

A Chevron, empresa petrolífera Norte-Americana, causou um grande vazamento de óleo no mar próximo ao Campo de Frade, na região da Bacia de Campos, no Rio de Janeiro. Em novembro de 2011, a Chevron, uma empresa concessionária, e a Transocean, sua contratada, foram responsáveis por um derramamento de óleo no mar enquanto perfuravam o subsolo do pré-Sal em Campos dos Goytacazes.

Durante a perfuração de um de seus poços, houve um vazamento de cerca de 4.600 barris de óleo, dos quais 3.700 barris foram lançados no mar por vazamento no leito oceânico. Em março de 2012, ocorreu um segundo vazamento de óleo a três quilômetros do primeiro, resultando em 25 barris de óleo vazados novamente (OLIVEIRA, 2016).

Um veículo operado remotamente, chamado ROV (*Remotely Operated Vehicle*), permitiu a busca para identificação do ponto de derramamento, onde o equipamento localizou sete fissuras entre os campos de Frade e Roncador, sendo a maior destas medindo cerca de 300 metros de extensão no solo marinho. Em novembro de 2011, a quantia estimada de óleo vazado era de 160 litros por hora e o volume da mancha de óleo era de 32 m³, o equivalente a 220 barris de petróleo. Essa mancha, progrediu rapidamente, conforme estimativa dada pela empresa e comprovados por imagens de satélites e pela Marinha do Brasil. A Figura 3 ilustra o vazamento mencionado com simulação detalhada.

O vazamento afetou toda a cadeia alimentar aquática, desde a fonte de alimentação até a morte por via de aprisionamento no óleo. Conforme estudos de Durval (2017), a introdução de grandes quantidades de petróleo bruto no bioma marinho da região, atingida nas águas subterrâneas e no solo pode causar danos significativos aos organismos nativos. O petróleo é composto por hidrocarbonetos hidrofóbicos que afetam negativamente as propriedades estruturais e funcionais das membranas celulares em organismos vivos, representando um risco considerável de contaminação em ambos os ecossistemas, marinhos e terrestres.

Nas últimas décadas, tem ocorrido um aumento significativo nos níveis de contaminação por poluição orgânica persistente (POP) em meio aquático, causado pelo amplo uso e alta toxicidade de compostos como os hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH) e os poli hidrocarbonetos aromáticos (PAH). Esses compostos foram classificados como grupos POP pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA, e muitos deles foram proibidos devido ao seu potencial tóxico para os seres humanos, bem como à sua meia-vida longa, ampla distribuição e elevada bioacumulação na cadeia alimentar devido ao caráter lipofílico. Quando o petróleo entra em contato com a água, ele se espalha formando uma fina camada sobre a superfície, afetando a troca de gases entre o ar e a água, bem como a passagem de luz solar. Isso pode impedir o processo de respiração e fotossíntese, impactando as comunidades de fitoplâncton e causando um colapso e desequilíbrio na cadeia alimentar existente.

Figura 3 – Ilustração da área do vazamento causado pela empresa Chevron no campo de Frade-RJ.



Fonte: Conexão planeta.

A biorremediação é uma técnica que envolve a utilização de plantas e microrganismos para degradar contaminantes, convertendo-os em compostos menos tóxicos ou em dióxido de carbono e água. A bioestimulação é uma técnica que consiste em estimular o crescimento de microrganismos presentes no local contaminado, enquanto a bioaumentação envolve a adição de organismos nativos para acelerar a degradação do poluente.

É importante relatar que a biorremediação foi utilizada com sucesso na limpeza do derramamento de petróleo do navio Exxon Valdez no Golfo do Alasca em 1989, demonstrando sua eficácia sob as circunstâncias adequadas (DURVAL, 2017). No entanto, a técnica pode ser inviável para o tratamento de grandes quantidades de resíduos devido ao tempo e aos custos envolvidos. A utilização de biossurfactantes pode ser uma alternativa segura para melhorar a solubilidade de compostos hidrofóbicos e facilitar a assimilação destes compostos por células microbianas, aumentando a biodisponibilidade do substrato hidrofóbico para microrganismos e promovendo a biodegradabilidade. A adição de biossurfactante pode aumentar a

biodegradação do óleo bruto em até 90%. O Quadro 1 demonstra aspectos importantes do estudo citado anteriormente.

Quadro 1 – Problemas ambientais relacionados a poluição da Bacia de Campos – RJ.

Problemas ambientais	Vazamento de Petróleo causado pela empresa Chevron na Bacia de Campos - RJ
Efeitos para o planeta	Efeitos letais do óleo nos organismos marinhos; O consumo e contato dos seres marinhos com o óleo cru provoca a bioacumulação, ou seja, fenômeno em que substâncias ou compostos químicos são incorporados e armazenados no organismo de um ser vivo;
Desafios das ciências e tecnologia	Tecnologia de limpeza de derramamento de óleo offshore: biorremediação. A biorremediação é a categoria que oferece o melhor retorno ambiental. Esta técnica utiliza bactérias e microalgas (biossurfactantes) dissolvendo compostos do petróleo.
Ações realizadas pela empresa	Foram instalados dispositivos de contenção para coletar o óleo que estava vazando do poço; Suspensão das atividades no local do incidente.
Possíveis ações	A utilização do processo de biorremediação: Realizar periodicamente a manutenção de máquinas de extração e armazenamento de petróleo; Manter os funcionários atualizados com treinamentos para emergências;
Referências	Oliveira (2016); Durval (2017); Araújo (2014).

Fonte: Próprio autor

No que se refere às obrigações compensatórias, a Chevron Brasil concordou em investir cerca de cem milhões de reais em benefícios socioambientais imediatos e efetivos por meio de projetos aprovados pelo Ministério Público. Este compromisso foi firmado dentro de um prazo de 60 a 180 dias. É importante ressaltar que a Chevron Brasil não reconheceu qualquer responsabilidade nas esferas administrativa, civil e penal, nem assumiu culpa pelo ocorrido (OLIVEIRA, 2016).

Emissão de gás metano pela empresa JBS

A JBS S.A, empresa multinacional do ramo da agropecuária de origem brasileira, é uma das maiores fontes de emissão de metano (CH₄) e de outros gases que geram o efeito estufa. Isso é um problema preocupante em uma análise a longo prazo para o meio ambiente, já que os danos são irreversíveis para o planeta. Segundo dados do *World Resources Institute Brasil* (2021), o metano é um gás de efeito estufa gerado e extremamente poderoso, em uma projeção de 20 anos o metano se torna 86 vezes mais potente do que o dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. Embora permaneça por um período relativamente curto na atmosfera, a redução de emissões de metano pode trazer benefícios imediatos para limitar o aumento da temperatura em curto prazo. Estudos sugerem que ações para reduzir o metano podem evitar um aumento de 0,3°C na temperatura global até 2050. O uso do Bovaer®, aditivo criado por uma empresa holandesa de biociência, com a finalidade de reduzir a emissão de metano em ruminantes, é uma das formas que a JBS está utilizando para reduzir o dano das suas emissões na atmosfera.

Além disso, a redução de emissões de metano pode ajudar a melhorar a qualidade do ar, pois esse gás é um precursor do ozônio troposférico, um poluente prejudicial que afeta a saúde humana e a produção agrícola. A implementação de medidas de mitigação do metano já

disponíveis pode prevenir mais de 250 mil mortes prematuras e reduzir perdas agrícolas em mais de 26 milhões de toneladas por ano. Dados publicados por Modelli (2022), mostram que as cinco maiores empresas de carne e as dez maiores empresas de laticínios do mundo geram cerca de 12,8 milhões de toneladas de metano. Juntas, essas 15 empresas foram responsáveis por cerca de 3,4% das emissões antrópicas globais de metano.

De acordo com Fidelis (2016), a partir de 2009, a JBS S.A começou a realizar inventário de emissões de CO₂. No relatório anual de 2014, foram apresentadas novas medidas de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), como a reutilização de gorduras de aves para geração de energia, substituindo o uso de combustíveis fósseis por recursos naturais e gerando o descarte de resíduos não utilizáveis. Isso indiretamente contribuiu para a redução da produção de gases do efeito estufa.

Além disso, foram instalados biodigestores que queimam metano e liberam gás carbônico, gerando redução do efeito estufa, já que o metano é mais nocivo que o dióxido de carbono. No relatório anual de 2015, além de novas medidas ambientais, também foram apresentadas medidas ligadas ao bem-estar de funcionários, já no relatório apresentado no ano de 2021 a empresa assumiu compromissos de reduzir suas emissões de metano e outros gases poluentes, através de metas a serem cumpridas até 2040. É importante evidenciar que a ciência e a tecnologia têm um papel fundamental na busca por soluções para os problemas ambientais causados pelas empresas. A pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias mais limpas e eficientes podem ajudar a reduzir os impactos negativos das atividades empresariais sobre o meio ambiente. Além disso, a ciência pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de gestão ambiental mais efetivas, como a avaliação de impacto ambiental e a implementação de programas de redução de emissões.

Existem casos de sucesso de empresas que adotaram medidas para neutralizar as emissões de gases poluentes, tais como a empresa Braskem que está reduzindo seu impacto ambiental ao produzir plástico feito totalmente de matéria-prima renovável. Essa iniciativa envolve a produção de Polietileno Verde, que utiliza etanol de cana-de-açúcar certificado em vez de derivados de petróleo. Ao fazer isso, a empresa captura e fixa até 2,5 toneladas de CO₂ da atmosfera para cada tonelada de plástico produzido. De acordo com dados da Fundação Getúlio Vargas (2022), essa absorção de CO₂ ocorreu durante o crescimento da cana-de-açúcar, contribuindo para a redução do efeito estufa.

No entanto, a solução para os problemas ambientais causados pelas empresas não depende apenas da ciência e da tecnologia. É necessário que as empresas adotem práticas mais responsáveis em relação ao meio ambiente e à sociedade, como a implementação de políticas de gestão ambiental, a redução de emissões de gases de efeito estufa e a promoção da responsabilidade social. Além disso, é importante que os governos e a sociedade civil pressionem as empresas para que adotem essas práticas e criem incentivos para que isso aconteça na prática. Com base no levantamento bibliográfico foi elaborado o Quadro 2 com os principais tópicos relacionados ao tema pesquisado.

Segundo relatório divulgado pela JBS (2021), a empresa se comprometeu em zerar seu balanço líquido de emissões de gases de efeito estufa até 2040, dez anos antes do prazo previsto por outras empresas e governos. Para atingir essa meta, esta organização desenvolverá metas de redução de emissões em suas operações globais e nas cadeias de valor em várias regiões do mundo.

Quadro 2 – Problemas ambientais relacionados à poluição atmosférica causada por emissões de metano pela empresa JBS.

Problemas ambientais	Aumento de emissão de gases poluentes, principalmente metano (CH ₄) pela empresa JBS
Efeitos para o planeta	Agravamento do efeito estufa; Agropecuária tem gerado impactos ambientais significativos nas regiões do cerrado, pantanal e floresta amazônica.
Desafios das ciências e tecnologia	As emissões de metano são responsáveis por 30% dos gases poluentes na atmosfera; Encontra-se com a maior concentração registrada desde o início dos registros em 1980; Tem sido desenvolvido, com forte investimento, uma tecnologia para captura e armazenagem de CO ₂ .
Ações realizadas pela empresa	A empresa começou a realizar inventários de emissões de gases do efeito estufa desde 2009 para empresas brasileiras e, a partir de 2011, incluindo todas as operações globais.
Possíveis ações	Uso do Bovaer®, aditivo criado por uma empresa holandesa de biociência, com a finalidade de reduzir a emissão de metano em ruminantes; Utilização de biodigestores de dejetos animais para realizar aproveitamento do metano para gerar energia elétrica.
Referências	Jornal Valor econômico (2022); Richter (2021); Nações unidas (2021); LAPA et al.(2004).

Fonte: Próprio autor

No ano de 2021, a JBS emitiu e precificou no mercado internacional quatro captações atreladas a suas metas de sustentabilidade, totalizando US\$ 3,2 bilhões de dólares. A empresa também está aprimorando a gestão de emissões do escopo 3, monitorando as categorias mais relevantes de emissões nessa categoria. A JBS já reduziu em 9% suas emissões em comparação a 2017, como mostra a Tabela 2. A Figura 4 ilustra a evolução das metas globais que a empresa JBS deverá cumprir até 2030.

Tabela 2 – Dados globais da empresa JBS sobre suas emissões de gases de efeito estufa em diferentes períodos.

Período	2019	2020	2021
Escopo 1 ¹	3.871.557 ⁴	4.625.832 ⁴	4.675.368
Escopo 2 ²	1615690	1.554.087	1.399.521
Escopo 3 ³	836319 ⁴	61.121.337 ⁴	65.032.995

1. Emissões provenientes das frotas próprias, de combustíveis usados na geração de energia ou calor na operação, das lagoas de tratamento de efluentes e da fermentação entérica dos animais em confinamentos ou granjas da Companhia, entre outros.

2. Emissões indiretas de energia de fontes sobre as quais a empresa não tem responsabilidade ou sua responsabilidade é indireta. São oriundas do uso de energia elétrica.

3. Emissões indiretas. Nesse escopo são consideradas emissões sobre as quais a empresa não tem controle operacional ou sua responsabilidade é indireta. Para 2019, as emissões são resultantes de frota terceira, viagens aéreas comerciais e decomposição dos resíduos em propriedade terceira.

4. Dados alterados com relação ao ano anterior.

Fonte: JBS (2021)

Figura 4 – Evolução dos indicadores globais da empresa JBS para serem atingidos até 2030.



Fonte: Adaptado de JBS (2021)

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que as práticas ambientais devem operar dentro da legalidade para ajudar na preservação ambiental, atendendo todas as normas estabelecidas, assim como uma transformação nas políticas e na cultura organizacional como um todo. É importante que as outras empresas tomem medidas efetivas para minimizar ou mesmo eliminar esses problemas, a fim de proteger o meio ambiente e garantir o desenvolvimento sustentável, do qual busca conciliar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental.

Além disso, a sustentabilidade empresarial se tornou uma estratégia mercadológica e um diferencial competitivo em relação aos seus produtos, status social e econômico, atração de novos mercados e sobretudo diferenciada e comprometida com as práticas ambientais sustentáveis aplicadas no seu dia a dia. Portanto, foi verificado que acidentes ambientais causados pelas empresas estudadas, Vale, Chevron e JBS, além de causar grandes impactos na natureza, também podem comprometer a imagem da empresa mediante a sociedade em que esta se encontra inserida, seus funcionários, clientes, colaboradores e fornecedores.

Com a constatação que os recursos naturais são finitos, os estados passaram a estabelecer cada vez mais normas, legislações e diretrizes para conter os riscos e evitar danos ambientais. Com o aumento da consciência ambiental, a sociedade passou a cobrar cada vez mais que as empresas cumpram as legislações ambientais vigentes, assim evitando desastres como ocorreu em Brumadinho, na Bacia de Campos e com a emissão de gases poluentes na atmosfera, como também busquem alternativas mais sustentáveis e de melhoria contínua em seus processos. Investir em uma gestão sustentável e focada na preservação é uma tarefa complexa, que demanda estudo e comprometimento da organização. No entanto, esse tipo de ação reflete diretamente na sociedade e na imagem da empresa.

REFERÊNCIAS

AMATO, J. et al. **ESG Investing: Um novo paradigma de investimentos?** São Paulo: Blucher, 2022.

ARAÚJO, A. M.; GONÇALVES, C.; NASCIMENTO, E. M.; MOREIRA JÚNIOR, J.; SILVA, J. C.; OLIVEIRA, M. A.; BRISA, P.; PIRES, P. H., MACHADO, E. C. Protocolo para biorremediação de águas contaminadas por petróleo e derivados/bioremediation of water contaminated for oil and derivative. **E-XACTA**, v.7, n.1, p.58-59, 2014.

BBC Brasil. Disponível em: < <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47399659> > Acesso em: 25 fev. 2023.

CENTRO DE ESTUDOS DE SUSTENTABILIDADE (2011). **Casos de Sucesso na Gestão do Carbono Plataforma Empresas Pelo Clima**. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/15095>> Acesso em: 31 mar. 2023.

CIMNE - CENTRO INTERNACIONAL DE MÉTODOS NUMÉRICOS EM INGENIERÍA (UPC - Universidad Politécnica de Catalunya). **Análise computacional da ruptura da Barragem I na Mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho**. Barcelona, Espanha, 2021. Disponível em: <https://www.cimne.com/vnews/14556/com1vnews1022.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2023.

DURVAL, Í. J. B. **Estudo de um biossurfactante produzido por espécies de Bacillus isoladas de água do mar e seu potencial para biorremediação de derramamento de petróleo**. 2017, 96f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

EMBRAPA. **Nova metodologia mede emissão de metano em reprodutores bovinos**. Rio Grande do sul EMBRAPA, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/>

/noticia/73172252/nova-metodologia-mede-emissao-de-metano-em-reprodutores-bovinos.
Acesso em: 26 mar. 2023.

FIDELIS, K. N. M. **Análise da relação da emissão de gases do efeito estufa entre as empresas participantes do CO₂ e os indicadores de desempenho organizacional.** 2016.53f. Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2016.

LAPA, K. R.; CONTRERA, R.; GARBOSSA, L. H.; POSPISSIL, L.; BÓRIA, J.; SCHALCH, V.; PEREIRA, S. M. (2004). **Impactos ambientais relacionados com a geração de gás metano por fontes antropogênicas: destaque para aterros sanitários. In Anais do Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável** (pp. 259). Costão do Santinho, Florianópolis, Santa Catarina: ICTR, NISAM-USP.

MINAS GERAIS, MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (MPF) **Desastre da Vale: relatório elaborado por universidade da Espanha aponta causas do rompimento da barragem em Brumadinho (MG).** 2019. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/noticias-mg/desastre-da-vale-relatorio-elaborado-por-universidade-da-espanha-aponta-causas-do-rompimento-da-barragem-em-brumadinho-mg>. Acesso em: 17 mar. 2023.

MODELLI, L. **JBS e Marfrig emitem mais metano do que países inteiros.** Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/jbs-e-marfrig-emitem-mais-metano-do-que-pa%C3%ADses-inteiros/a-63828413>> Acesso em: 17 mar. 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Disponível em:<<https://brasil.un.org/pt-br/141506-reduzir-emissoes-de-metano-o-essencial-e-tem-impactos-curto-prazo-defende-puma>>. Acesso em: 28 de fev. de 2023

OLIVEIRA, R. S. **A Teoria do Risco Integral Aplicada à Responsabilidade Civil Ambiental no Caso Chevron.** 2016. 144 f. Dissertação (Mestrado em Direito Ambiental) – Universidade Católica de Santos, Santos, 2016.

PEIXOTO, S. V.; FRÓES, C. I. R. O desastre de Brumadinho e os possíveis impactos na saúde. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.72, n.2, p.43-46, 2020.

POLIGNANO, M. V.; LEMOS, R. S. Rompimento da barragem da Vale em Brumadinho: impactos socioambientais na Bacia do Rio Paraopeba. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 72, n. 2, p. 37-43, 2020.

Relatório Semestral das Ações de Reparação e Desenvolvimento da Vale Nas Áreas Impactadas Pelo Rompimento Da Barragem B1 e Nos Territórios Evacuados (2022), p.14. Disponível em: https://vale.com/documents/d/guest/val3862-2_revista-balanco-da-reparacao-1-sem-22_final. Acesso em: 24 mar. 2023.

RELATÓRIO SUSTENTABILIDADE 2015. Disponível em:< https://jbs.com.br/wp-content/uploads/2020/06/jbs_relatorio_anual_e_de_sustentabilidade_2015_pdf.pdf> Acesso em: 21 mar. 2023.

RELATÓRIO SUSTENTABILIDADE JBS 2021. Disponível em: <<https://jbs.com.br/wp-content/uploads/2022/08/-relatorio-anual-e-de-sustentabilidade-jbs-2021.pdf>> Acesso em: 24 mar. 2023.

RICHTER, M. F., DE LARA, D. M., ANDREAZZA, R. C. L. 2021. Educação Ambiental e Gases do Efeito Estufa (GEE): uma abordagem do papel do metano para Educação Básica. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**. Acesso em: 17 mar. 2023.

SANTOS, M. A. **Poluição do Meio Ambiente**. Grupo GEN, 2017.

SÃO PAULO Fundação Getúlio Vargas escola de economia do estado de São Paulo. **Panorama das emissões de metano e implicações do uso de diferentes métricas**. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, São Paulo, SP, Brasil.

SINGER, E. 2020. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/economia/artigo-o-que-fazer-para-evitar-novas-tragediascomo-a-de-brumadinho/>> Acesso em: 28 fev. 2023.

JBS .2022 Soluções para reduzir as emissões de metano da pecuária, **Jornal Valor Econômico**. 16 junho 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/jbs/netzero/noticia/2022/06/10/solucoes-para-reduzir-as-emissoes-de-metano-da-pecuaria.ghtml>. Acesso em: 28 fev. 2023.

TRAVASSOS, L.; SILVA, L. S. **Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas**. Cadernos Metrópole, São Paulo, n. 19, 2008.25p.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-emissoes-de-metano-contribuem-com-mudancas-climatica>> Acesso em: 25 mar. 2023.

WWF- World Wide Fund for Nature Inc., Fundo Mundial para a Natureza Brasil. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/participe/porque_participar/sustentabilidade/> Acesso em: 25 mar. 2023.

Submetido em 26/06/2024

Publicado em 13/11/2024