

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ATUÁRIA  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**Patrícia Fernanda Dionízio Leite**

**O DESEMPENHO DE GESTÃO AMBIENTAL E AS FRONTEIRAS PLANETÁRIAS  
NO SETOR DE ÓLEO E GÁS**

**São Paulo**

**2022**

Prof. Dr. Carlos Gilberto Carlotti Júnior  
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Fabio Frezatti  
Diretor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária

Prof. Dr. João Maurício Gama Boaventura  
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Eduardo Kazuo Kayo  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração

**PATRÍCIA FERNANDA DIONÍZIO LEITE**

**O desempenho de gestão ambiental e  
as fronteiras planetárias no setor de óleo e gás**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária da Universidade de São Paulo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

**Orientador: Prof. Dr. Flavio Hourneaux Junior**

**Versão Corrigida**

(Versão Original disponível na Faculdade de Economia, Administração,  
Contabilidade e Atuária da Universidade de São Paulo)

**São Paulo**

**2022**

## Catálogo na Publicação (CIP)

Ficha Catalográfica com dados inseridos pela autora

Dionízio Leite, Patrícia Fernanda.

O desempenho de gestão ambiental e as fronteiras planetárias no setor de óleo e gás / Patrícia Fernanda Dionízio Leite. - São Paulo, 2022.

114 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2022.

Orientador: Flavio Hourneaux Junior.

1. desempenho de gestão ambiental. 2. fronteiras planetárias. 3. setor de óleo e gás. 4. modelagem de equações estruturais. I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

*Àqueles sem os quais eu nada seria  
Antonio Daniel Dionízio (in memoriam)  
e Therezinha Delestro Dionízio  
E àquela que, com amor incomensurável,  
de mim tudo fez  
Carmen Silvia Delestro Dionízio*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a todos os envolvidos no desenvolvimento desse estudo. Desde a própria FEA USP, seus funcionários e professores; até os amigos que tive a oportunidade e o prazer de conhecer ao longo dessa jornada. Agradeço também aos professores que participaram das minhas bancas pelos *insights* e sugestões de aperfeiçoamento. Esse estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do governo federal do Brasil e, por isso, agradeço o apoio e incentivo financeiro recebidos. Agradeço muito à minha família, principalmente a minha mãe Cacá que sempre esteve ao meu lado (não importando o meu humor), nunca largou a minha mão nos momentos mais difíceis e sempre comemorou ao meu lado as pequenas e grandes vitórias. Ao meu irmão Gui que, por mais que me deixe louca às vezes, sempre me apoiou nas minhas escolhas e segurou as piores barras ao meu lado. Ao meu pai Jorge que sempre se orgulhou das minhas conquistas. E a minha princesinha Ninah que para todo o sempre terá meu amor e deixou saudades eternas. E, finalmente, um agradecimento especial para o Flavio que me acolheu desde o primeiro momento em que pisei nos corredores da FEA, que aceitou (no susto) ser meu orientador, que sempre abriu portas para o meu desenvolvimento e me apoiou no mundo acadêmico. Obrigada por ser meu mestre *jedi!*

***“The important thing in science is not so much to  
obtain new facts as to discover new ways of  
thinking about them.”***

*Sir William Henry Bragg*





## RESUMO

Diante do crescente alerta ambiental e das ações em favor do desenvolvimento sustentável, observou-se uma oportunidade, por parte das empresas, de se enquadrarem em um modelo de negócio mais sustentável. Dentre as mais diferentes ações empresariais constatou-se que o desempenho de gestão ambiental é uma das possíveis formas de ajudar as empresas a navegar em direção a sustentabilidade. Em contrapartida, identificou-se que o conceito de fronteiras planetárias poderia servir de norte para orientar as empresas nessa rota. Isso, porque as fronteiras planetárias delimitam um “espaço justo” de operação e fornecem uma visão da priorização das ações empresariais, assegurando que essas se alinhem estrategicamente ao desenvolvimento sustentável. Nesse estudo, portanto, buscou-se responder: qual é a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias? Esse estudo apresenta como objetivo principal mensurar a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias afetadas pela operação de extração de óleo e gás das empresas no segmento de *upstream*. O caráter do estudo é quantitativo exploratório e fez-se uso de modelagem de equações estruturais em uma amostra de 68 empresas atuantes nesse setor a fim de responder à pergunta de pesquisa proposta. Como resultado, obteve-se um modelo no qual o desempenho de gestão ambiental é mensurado pelas práticas de gestão ambiental de objetivos ambientais e monitoramento ambiental, enquanto as fronteiras planetárias são mensuradas pelos totais de emissões equivalente de CO<sub>2</sub>. Ainda, de acordo com os resultados obtidos, provou-se que existe uma contribuição positiva e forte entre o desempenho de gestão ambiental e as fronteiras planetárias. E, foi possível determinar que a variância das fronteiras planetárias está 21,4% relacionado com a variância do desempenho de gestão ambiental.

**Palavras-chave:** desempenho de gestão ambiental; fronteiras planetárias; setor de óleo e gás; modelagem de equações estruturais.

## **ABSTRACT**

Given the growing environmental awareness and actions in favor of sustainable development, there is an opportunity for companies to fit into a more sustainable business model. Among the most different business actions, it was found that environmental management performance might help companies navigate towards sustainability. On the other hand, the concept of planetary boundaries could serve as a guide on this path. In this study, we sought to answer: what is the contribution of the environmental management performance to planetary boundaries? The main objective of this study is to measure the contribution of environmental management performance to the planetary boundaries affected by the oil and gas extraction operation of companies in the upstream segment. The character of the study is quantitative and exploratory and structural equation modelling was used in a sample of 68 companies to answer the proposed research question. As a result, a model was obtained in which environmental management performance is measured by environmental management practices of environmental objectives and environmental monitoring, while planetary boundaries are measured by CO<sub>2</sub> emissions. Furthermore, according to the results obtained, it was proved that there is a positive and strong contribution between the performance of environmental management and planetary boundaries. And it was possible to determine that the variance of planetary boundaries is 21.4% related to the variance of environmental management performance.

**Keywords:** environmental management performance; planetary boundaries; oil and gas sector; structural equation modelling.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. OBJETIVOS DE PESQUISA.....	19
1.2. JUSTIFICATIVA.....	19
1.3. DEFINIÇÕES CONCEITUAIS .....	21
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1. PRÁTICAS DE GESTÃO AMBIENTAL .....	23
2.2. DESEMPENHO AMBIENTAL CORPORATIVO.....	29
2.3. FRONTEIRAS PLANETÁRIAS .....	35
3. MÉTODOS.....	48
3.1. MODELO CONCEITUAL DE PESQUISA .....	48
3.1.1. <i>Definição dos Indicadores</i> .....	52
3.2. HIPÓTESES.....	53
3.3. COLETA DE DADOS.....	55
3.3.1. <i>Base de Dados Refinitiv Eikon Datastream ASSET4 ESG</i> .....	55
3.3.2. <i>Dados Coletados</i> .....	56
3.3.3. <i>Amostra</i> .....	60
3.4. PRESSUPOSTO DO MODELO CONCEITUAL.....	64
3.5. TÉCNICA DE ANÁLISE DE DADOS.....	68
3.6. MATRIZ DE AMARRAÇÃO .....	71
4. RESULTADOS.....	73
4.1. CÁLCULO DO SCORES DE DESEMPENHO DE GESTÃO AMBIENTAL .....	73
4.2. VALIDAÇÃO DO MODELO .....	76
4.3. AJUSTE DO MODELO.....	78
4.4. TESTES DE HIPÓTESES DE SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA .....	79
4.5. MODELO FINAL.....	79
5. DISCUSSÃO.....	82
5.1. EM RELAÇÃO ÀS PRÁTICAS DE GESTÃO AMBIENTAL.....	82
5.2. EM RELAÇÃO AO DESEMPENHO DE GESTÃO AMBIENTAL .....	83
5.3. EM RELAÇÃO ÀS FRONTEIRAS PLANETÁRIAS.....	84

5.4. EM RELAÇÃO À INFLUÊNCIA DO DESEMPENHO DE GESTÃO AMBIENTAL SOBRE AS FRONTEIRAS PLANETÁRIAS .....	85
5.5. EM RELAÇÃO AO PRESSUPOSTO DO MODELO .....	86
6. CONCLUSÃO .....	88
6.1. CONTRIBUIÇÕES.....	89
6.2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	90
6.3. RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	91
REFERÊNCIAS .....	93
APÊNDICE .....	105

## 1. INTRODUÇÃO

A busca pelo desenvolvimento sustentável, não é novidade. Nas últimas quatro décadas, presenciamos um esforço coletivo em prol de ações, principalmente com foco governamental, com o objetivo de estabelecer metas a fim de alcançar o desenvolvimento sustentável (Raworth, 2012). Entre as diversas ações, uma das primeiras foi realizada ainda na década de 80, na qual a Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU) apresentou o relatório “*Our Common Future*” (“Nosso Futuro Comum”, em livre tradução), também conhecido como Relatório de Brundtland. Nesse relatório definiu-se o próprio conceito de desenvolvimento sustentável. Esse, foi definido como o “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987, p. 6). A partir dos anos 2000, no entanto, ações mais concretas em busca do desenvolvimento sustentável foram apresentadas, como, por exemplo, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs), seguidos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) (Dao, Peduzzi & Friot, 2018). Ambas as ações foram estruturadas de acordo com metas a serem atingidas pelos países signatários em prazos pré-determinados, sendo o último prazo, relativo aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, definido para 2030.

Partindo do princípio de que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável orientam a comunidade política internacional em prol do desenvolvimento sustentável, Griggs et al. (2013) argumentam que seria necessário a reformulação do entendimento do conceito de desenvolvimento sustentável de modo a refletir toda a complexidade do conceito e sua abrangência. Para os autores, o conceito deveria ser redefinido como “um desenvolvimento que atenda às necessidades do presente, ao mesmo tempo que protege o sistema de suporte à vida na Terra, do qual depende o bem-estar das gerações atuais e futuras” (Griggs et al., 2013, p. 306). Em complemento a esse entendimento, argumenta-se que a abordagem proposta para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável se baseia no funcionamento estável do sistema terrestre como pré-requisito para o pleno atingimento do desenvolvimento sustentável (Steffen et al., 2015; Steffen & Smith, 2013; Costanza, 1991; Raworth, 2012), o que reforça a proposição de Griggs et al. (2013).

O sistema terrestre é, por sua vez, a base para a existência da vida. Não apenas dá origem aos recursos naturais que constituem o meio ambiente, mas também é a base do desenvolvimento humano.

O sistema terrestre é definido como os processos biofísicos e socioeconômicos integrados e as interações (ciclos) entre a atmosfera, hidrosfera, criosfera, biosfera, geosfera e antroposfera (empreendimento humano) em escalas espaciais – de local a global – e temporais, que determinam o estado ambiental do planeta em sua posição atual no universo. (Rockström et al., 2009a, p. 23).

Do ponto de vista biológico, a relação do sistema terrestre com o desenvolvimento sustentável é inerente, clara e consolidada no próprio entendimento da *bio* (termo de origem grega, relacionado à vida). Contudo, existem outras relações que vão muito além do entendimento biológico. Ao analisarmos, por exemplo, pela perspectiva econômica, percebemos que o sistema terrestre é, também, a base para o desenvolvimento econômico. Na economia, o sistema terrestre é entendido como capital natural. O conceito de capital natural é definido como sendo o estoque de recursos naturais tangíveis (por exemplo, terra, minerais, combustíveis fósseis, florestas etc.) que geram um fluxo renovável de serviços naturais e matérias primas (Czech & Daly, 2004; Daly & Farley, 2004; O'Neill, 2015). Em outras palavras, o capital natural é entendido como riqueza natural, que na economia se traduz como a capacidade de converter um bem natural em recurso financeiro. Dado que a estrutura econômica, em sua essência, se baseia na produção, distribuição e consumo de bens e serviços, depreende-se que “todo o crescimento econômico se baseia, em última análise, no consumo de capital natural” (Czech, 2000, p. 11).

No entanto, a diretriz política econômica mundial de crescimento econômico vigente entende a mensuração de riqueza de duas formas distintas da lógica de consumo de capital natural. A primeira é baseada no incentivo do crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) – definido como o valor de todos os bens e serviços produzidos pelas nações em território nacional. A segunda, no incentivo do crescimento do Produto Nacional Bruto (PNB) – definido como o PIB somado ao que foi produzido fora do território nacional pela nação. Tanto o PIB quanto o PNB são índices monetários de quantidades produzidas. Na prática, mediante o entendimento do sistema terrestre, são índices de quantidade consumida de capital natural. Logo, entender-se-ia que o

crescimento econômico se restringe ao fluxo de produção. Ou seja, consumo de matéria prima (que é o próprio capital natural), produção e comercialização. Contudo, o fluxo de produção, seus estoques e rendimentos, por sua vez, estão limitados “pelo espaço, pela massa de terra, pela liberação de calor e, muito mais rigorosamente, pela intrincada rede de relações ecológicas” (Daly, 1972, p. 945) existentes. Isso significa que o entendimento proposto por Daly (1972) não é considerado no entendimento de mensuração de riqueza da atual diretriz política econômica mundial vigente. Dessa forma, fica evidente que há uma discrepância na forma de mensuração da riqueza, por meio do PIB ou PNB, e a fonte dessa riqueza, que é o próprio fluxo de produção, ou simplesmente o consumo de capital natural.

Nesse cenário, uma questão fundamental que deve ser discutida reside em identificar até que ponto é possível manter a lógica vigente de crescimento econômico (Meadows, 1998). A questão é relevante, uma vez que o capital natural consumido é fisicamente finito (Meadows, 1998; Rockström et al., 2009a, Daly, 1972). Logo, entende-se que o atual modelo de desenvolvimento não seja sustentável a longo prazo (Rockström et al., 2009a). A economia mundial, por sua vez, está dobrando a cada duas décadas, enquanto a população dobra a cada meio século, aproximadamente (Meadows, 1998). Até onde se sabe, não há sinais que apontem para uma desaceleração nesse crescimento nas próximas décadas ou mais (Rockström et al., 2009a). Esse crescimento exponencial, “está aumentando a preocupação de que mais pressão sobre o sistema terrestre poderia desestabilizar os sistemas biofísicos críticos e desencadear mudanças ambientais abruptas ou irreversíveis que seriam deletérias ou mesmo catastróficas para o bem-estar humano” (Rockström et al., 2009a, p. 1). Para Meadows (1998), a situação é resumida no seguinte questionamento: “Como nós e [a próxima geração] podemos viver [com qualidade] sem corroer a saúde e a produtividade do planeta físico – e, portanto, a possibilidade de as gerações futuras [também a terem]?” (p. 11).

De fato, “[a]tualmente, a humanidade está vivendo muito além das possibilidades do planeta, consumindo os recursos renováveis da Terra como se tivéssemos um planeta e meio para usar” (Raworth, 2012, p. 6; Meadows, 1998; Rockström et al., 2009a; Biermann, 2012; Häyhä et al., 2016; Brown, 2017). Ainda, estima-se que até o ano de 2050, a extração de recursos naturais aumente em 119%, o que levaria a um aumento

de 41% nas emissões dos gases de efeito estufa (Hatfield-Dodds et al., 2017). Além disso, as principais políticas econômicas apresentadas até agora não conseguiram proporcionar um crescimento economicamente inclusivo e sustentável (Raworth, 2012). Alguns países têm dificuldade em alinhar seu crescimento econômico, populacional e industrial, com uma extração racional de recursos naturais sem sobrecarregar o meio ambiente (Pinto, Pedroso, Moraes Pilatti & Picinin, 2018). Dessa forma, esse rápido desenvolvimento econômico resultou em aspectos negativos, como poluição ambiental e destruição ecológica (Zailani, Jeyaraman, Vengadasan & Premkumar, 2012; Severo, de Guimarães & Dorion, 2017).

Antes da era industrial, no entanto, “[o]s processos do sistema terrestre estavam em um ‘espaço seguro’, quando a atividade humana começou a adicionar estresse significativo; o objetivo agora deve ser voltar para esse ‘espaço seguro’” (Raworth, 2012, p. 8). Nesse cenário, o conceito de fronteiras planetárias fornece um interessante ponto de partida para a compreensão de “espaço seguro”, capital natural, recursos naturais e processos dos quais a humanidade depende para o desenvolvimento sustentável (Raworth, 2012). O conceito de fronteiras planetárias descreve nove processos do sistema terrestre, que juntos descrevem um espaço operacional seguro para o desenvolvimento humano e sustentável (Rockström et al., 2009a; Rockström et al., 2009b; Steffen et al., 2015). Nos estudos de Rockström et al. (2009a), Rockström et al. (2009b) e Steffen et al. (2015), os autores delimitam limites biofísicos para as nove fronteiras planetárias de forma que “o uso de recursos naturais pela humanidade não estresse processos críticos do sistema terrestre – causando mudanças climáticas ou perda de biodiversidade, por exemplo – a ponto de a Terra ser empurrada para fora do estado estável” (Raworth, 2012, p. 12).

“A abordagem das fronteiras planetárias é um alerta para que a comunidade internacional reconheça formalmente que tais limites e riscos existem” (Raworth, 2012, p. 12) e assim possam assumir responsabilidade em prol do desenvolvimento sustentável (Raworth, 2012; Steffen & Smith, 2013). No entendimento de Raworth (2012), a plena adoção das fronteiras planetárias é essencial para o atingimento de objetivos sustentáveis, como os propostos pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas. No entanto, “a ineficiência com a qual os recursos naturais são usados atualmente para atender às necessidades



humanas agrava ainda mais a pressão” (Raworth, 2012, p. 5) sobre o sistema terrestre e inibe o desenvolvimento sustentável. Um fator crítico na busca pelo desenvolvimento sustentável é o papel desempenhado pelas empresas (Lenssen, Van Wassenhove, Pickard, Lenssen & Fernando, 2012). “Há um forte *business case* para investir em caminhos compatíveis com os limites do nosso planeta” (Sabag-Muñoz & Gladek, 2017, p. 3); isso porque a maioria das empresas dependem do capital natural (KPMG, 2012). E, ainda, o aumento da pressão sob o consumo de recursos naturais impacta diretamente sobre a operação empresarial (KPMG, 2012). Mediante essa lógica, a cada dia, mais empresas “estão reconhecendo que há valor e oportunidade em um senso mais amplo, além dos resultados de curto prazo” (KPMG, 2012, p. 1), em seguirem um caminho rumo a sustentabilidade. Por isso, as empresas passaram a se preocupar com suas operações e seus resultados ambientais (Hussey & Eagan, 2007). Em outras palavras, passaram a se preocupar mais com as chamadas práticas de gestão ambiental e seu desempenho ambiental corporativo (Dragomir, 2018; Severo et al., 2017; Bhattacharyya & Cummings, 2015; Whiteman, Walker & Perego, 2013; Hussey & Eagan, 2007; Tyteca et al., 2002).

Ainda, essa preocupação considera a conscientização, por parte das empresas, da ineficiência com a qual os recursos naturais são usados atualmente (Raworth, 2012; Whiteman et al., 2013). No entendimento de Whiteman et al. (2013; p. 324) “o desempenho ambiental está ancorado em uma análise de como a empresa (e a indústria em maior escala) afeta todos os nove processos das fronteiras planetárias dentro de delimitações geografias específicas – em nível local, regional, continental e planetário”. É por esse motivo que “[m]uitas empresas desenvolveram abordagens e estratégias para medir e avaliar seu impacto, definir objetivos ambientais e melhorar as práticas de sustentabilidade” (Sabag-Muñoz & Gladek, 2017, p. 3). Assim, entende-se que essa transição dos modelos de pensamento empresarial reflete “os desafios de sustentabilidade impostos pela realidade da capacidade limitada da Terra e a competição por recursos escassos” (Sabag-Muñoz & Gladek, 2017, p. 96), os quais são definidos pelos limites biofísicos propostos pelo conceito de fronteiras planetárias. “Essa relação destaca as potenciais sinergias entre os conceitos [de desempenho ambiental corporativo e fronteiras planetárias]” (Robèrt, Broman e Basile, 2013, p. 7). Também, reforçando esse entendimento, Whiteman et al. (2013) apontam que “os estudos sobre desempenho ambiental precisam de um foco duplo: na empresa (ou

indústria) e no sistema terrestre [amplamente entendido com as fronteiras planetárias]" (Whiteman et al., 2013, p. 329). Desse modo, a preocupação por parte das empresas com seu desempenho ambiental corporativo está em conformidade com a busca pelo desenvolvimento sustentável.

"Existem várias teorias que foram apresentadas para explicar por que as empresas voluntariamente realizam ações para melhorar seu desempenho ambiental além da conformidade" (Khanna & Speir, 2013, p. 2668). Uma delas afirma que ao adotar ações pró-ambiente, as empresas passam a influenciar seus mercados de atuação, obtendo, assim, preços mais altos para seus produtos e reduzindo seus custos com mão de obra, capital e regulamentações ambientais (Khanna & Speir, 2013). "Também é importante ver o desempenho ambiental em um quadro mais global, relacionado ao bem-estar econômico ou socioeconômico (o que reflete a preocupação com o desenvolvimento sustentável)" (Tyteca, 1997, p. 184). Em termos econômicos, os benefícios advindos de práticas de gestão ambiental relacionam-se ao aumento de capital produtivo baseado no crescimento, desenvolvimento e eficiência ambientais (Delai & Takahashi, 2013). Há indícios que a adoção de políticas ambientais de gestão eficiente de recursos naturais orientada para o crescimento geraria benefícios econômicos globais de até US\$2,4 trilhões no ano de 2050 (Hatfield-Dodds et al., 2017). Do ponto de vista social, no entanto, as práticas de gestão ambiental resultam em um aumento de capital humano e social (Delai & Takahashi, 2013). E, finalmente, do ponto de vista ambiental, os benefícios da adoção de práticas ambientais se dão pelo aumento de capital natural por meio da preservação dos recursos naturais e da biodiversidade (Delai & Takahashi, 2013).

"[U]ma constante avaliação e comparação dos recursos naturais quanto às práticas de gestão ambiental é de particular importância" (Pinto et al., 2018, p. 1252). Por isso, no caso das empresas, é de fundamental importância que se mensure o desempenho ambiental corporativo. O conceito de desempenho ambiental corporativo é amplamente discutido, ainda que não se tenha um consenso quanto a sua definição (Ilinitich, Soderstrom & Thomas, 1998; Gallego-Álvarez, 2012). As diferentes abordagens variam significativamente na literatura (Doan & Sassen, 2020). Algumas abordagens apresentam um maior foco no efeito das atividades de uma empresa no ambiente natural, como é exposto por Walls, Phan e Barrone (2011). Outras

abordagens, como a apresentada por Sutantoputra, Lindorff e Johnson (2012), consideram esse efeito, mas focam principalmente nas práticas ambientais realizadas pelas empresas. Ainda, algumas abordagens focam apenas nos aspectos práticos, conforme a definição apresentada por Hartmann e Uhlenbruck (2015, p. 729), a qual define o conceito “como o conjunto de políticas e atividades firmes destinadas a proteger o meio ambiente natural, bem como seus resultados”. As definições apresentadas restringem-se a construção teórica exploratória, focando principalmente em atributos específicos do conceito. Por sua vez, existem, também, abordagens que buscam englobar toda a complexidade do conceito de desempenho ambiental corporativo, como é o caso do estudo de Dragomir (2018). O autor define o conceito como “uma medida de impacto ambiental, consumo de recursos e elementos financeiros relacionados, juntamente com os esforços para a redução desse impacto e a implementação de medidas preventivas” (p.1151). Porém, assim como as demais definições, não é apresentado uma definição operacional para o conceito de desempenho ambiental corporativo.

Existe, no entanto, uma definição do conceito de desempenho ambiental corporativo que abrange e integra consensualmente todos os atributos essenciais das definições anteriores e, ainda, pode ser operacionalizada (Trumpp, Endrikat, Zopf & Guenther, 2015). Essa definição é apresentada pela *International Organization for Standardization* (ISO), que define o conceito de desempenho ambiental corporativo como “os resultados da gestão de uma organização relativa a seus aspectos ambientais” (ISO, 1999). No estudo de Xie e Hayase (2007) e Trumpp et al. (2015), que consideram a definição estabelecida pela ISO (1999), os autores operacionalizam o desempenho ambiental corporativo mediante duas dimensões: uma focada nas práticas de gestão das empresas e outra focada nos resultados dessa gestão. Contudo, é válido ressaltar que a operacionalização do conceito de desempenho ambiental corporativo apresenta certas limitações (Dragomir, 2018), dado que as práticas de gestão e seus resultados variam significativamente de setor para setor (Trumpp et al., 2015). Isso restringe a aplicação do conceito a um mesmo setor da economia a fim de realizar uma análise comparativa. Ainda, em estudo prévio de Hourneaux Junior, Hrdlicka, Gomes & Kruglianskas (2014, p. 211), os autores apontam que os indicadores de desempenho ambiental – os quais são utilizados na operacionalização de uma das dimensões do desempenho ambiental corporativo –

“devem variar por tipo de indústria, contexto e pelas partes envolvidas nos processos organizacionais, interno e externo”, o que reforça a restrição da aplicação do desempenho ambiental corporativo a um único setor.

Considerando uma análise restrita a um único setor, os aspectos do sistema terrestre, os limites biofísicos propostos pelas fronteiras planetárias, e a importância e relevância do setor para a economia mundial, assim como seu consumo e dependência de capital natural, o setor de óleo e gás se destaca como relevante para as discussões de desenvolvimento sustentável, de práticas de gestão ambiental, desempenho ambiental corporativo e da aplicação das fronteiras planetárias. Isso pois, o setor é altamente impactado pelo consumo de capital natural e é considerado como um setor estratégico devido a sua influência nas economias e políticas internacionais. Ainda, o setor é central para o desenvolvimento sustentável e desenvolvimento econômico e social, uma vez que é parte fundamental no sistema energético global (PNUD, IFC & IPIECA, 2017).

O setor de óleo e gás é considerado o maior no mundo em termos monetários e movimenta trilhões de dólares globalmente todos os anos (Muspratt, 2019a). No ano de 2021, o setor foi avaliado em US\$3,2 trilhões (IPIECA, 2021). Ainda, considerando o atual modelo de crescimento econômico vigente, observa-se a consistente dependência de produtos à base de petróleo por parte da maioria das economias globais (Muspratt, 2019a). “Os combustíveis, produtos e serviços fornecidos pelo setor sustentam a sociedade moderna cotidiana, alimentando a indústria, gerando energia para aquecimento e eletricidade, produzindo combustível para transporte, e, materiais e produtos químicos, incluindo plásticos, equipamentos médicos, roupas e produtos de higiene pessoal” (IPIECA, 2021, p. 8). Tal dependência configura uma tendência insustentável de provisionamento físico, uma vez que o setor de óleo e gás é responsável por três quartos das emissões de gases do efeito estufa no mundo (Ritchie, 2017). Só nas últimas seis décadas, foi consumido mais de 80% do total de óleo já consumido pela humanidade desde o início de sua exploração (García-Olivares & Ballabrera-Poy, 2014), o que aponta para um crescimento exponencial no consumo de petróleo. Leggett e Ball (2012) defendem que o pico de consumo dos combustíveis fósseis é esperado para acontecer por volta do ano de 2028, com um desvio padrão

de oito anos e meio. Ou seja, espera-se que nos próximos anos o consumo de combustíveis fósseis continue a crescer exponencialmente.

Atualmente, o setor de óleo e gás conta com mais de 200 empresas ao redor do mundo (Muspratt, 2019b). O setor é dividido em três segmentos: *upstream*, *midstream* e *downstream*. As empresas de *upstream* são responsáveis pela exploração e produção de petróleo bruto. As companhias de *midstream* e *downstream* correspondem ao transporte e armazenamento, e ao refino e comercialização de petróleo e gás, respectivamente. As empresas de *upstream* são, geralmente, caracterizadas como Companhias Nacionais de Petróleo (CNP) ou empresas internacionais integradas (as quais abrangem os três segmentos). Sob uma perspectiva econômica, das 100 principais entidades econômicas (entre países e empresas) do mundo, 13 são empresas integradas ou CNPs atuantes no setor de óleo e gás no segmento de *upstream* (Babic, Fichtner & Heemskerk, 2017). “Espera-se que apenas o segmento de *upstream* invista US\$ 700 bilhões por ano até 2040 para ajudar a atender a demanda global de energia, sendo que três quartos desse montante serão investidos em países não pertencentes à OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo)” (PNUD et al., 2017).

“Ao mesmo tempo em que apoia a crescente demanda de energia, o setor deve continuar a intensificar suas ações contra as mudanças climáticas, reduzindo as emissões da produção e uso global de energia” (IPIECA, 2021, p. 2). Em outras palavras, atualmente, o “setor enfrenta decisões importantes e difíceis. Inevitavelmente, a produção de combustíveis fósseis precisará diminuir e os modelos de negócios terão que evoluir” (IPIECA, 2021, p. 3). Contudo, muitas empresas do setor já demonstram esforços e comprometeram recursos significativos em prol do desenvolvimento sustentável como uma questão prática de negócios (PNUD et al., 2017). Além de introduzir práticas e padrões que vão muito além dos requisitos regulatórios (IPIECA, 2021). No entanto, há muito mais que pode e deve ser feito (PNUD et al., 2017).

Um desafio particular para a indústria é o seu papel nas alterações climáticas. Embora o óleo e o gás tenham permitido a industrialização e o desenvolvimento humano, seu uso também contribuiu para o aumento do dióxido de carbono

atmosférico, o que, por sua vez, contribuiu para o aquecimento do sistema climático. (PNUD et al., 2017, p. v)

Por outro lado, esse desafio oferece a oportunidade para as empresas do setor de óleo e gás de ampliarem as boas práticas de desempenho ambiental e desenvolver parcerias inovadoras, “reconhecendo a importância da transição energética para realizar a ambiciosa meta mundial de alcançar emissões líquidas zero sob o Acordo de Paris” (IPIECA, 2021, p. 4). Ainda, tais evidências corroboram com a relevância do setor de óleo e gás para as discussões tanto de desenvolvimento sustentável, práticas de gestão ambiental, desempenho ambiental corporativo, quanto das fronteiras planetárias.

Mediante o exposto, o presente estudo busca relacionar o desempenho de gestão ambiental do setor de óleo e gás com a perspectiva das fronteiras planetárias, aqui entendida como um requisito para o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, apresenta-se como pergunta de pesquisa a seguinte formulação: ***Qual é a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias?***

### **1.1. Objetivos de Pesquisa**

O objetivo do presente estudo é mensurar a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias afetadas pela operação de extração de óleo e gás das empresas no segmento de *upstream*. Para tanto, dois objetivos específicos foram definidos, os quais:

- a. Identificar as práticas de gestão ambiental que contribuem para o desempenho de gestão ambiental no contexto do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*;
- b. Especificar as características das fronteiras planetárias afetadas pela operação do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* e mensurá-las.

### **1.2. Justificativa**

Partindo da necessidade de um maior entendimento das ações empresariais no contexto das nove fronteiras planetárias (Whiteman et al., 2013) e de se definir os limites biofísicos propostos pelas fronteiras planetárias para as empresas de forma

que esses se tornem mais adequados para o planejamento estratégico dessas (Clift et al., 2007), o presente estudo se justifica.

Ainda, é importante compreender o desempenho ambiental corporativo sob uma perspectiva mais global, o que reflete a crescente preocupação e engajamento nas questões de desenvolvimento sustentável (Tyteca, 1997). Isso porque, “do ponto de vista da política econômica, a mensuração do desempenho ambiental pode nos fornecer ferramentas para estudar a eficácia da regulação ambiental, impostos e vários outros tipos de instrumentos econômicos como meios para melhorar a qualidade do meio ambiente” (Tyteca, 1997, p. 184). Assim, novos estudos que busquem analisar a perspectiva micro de empresas, indústrias e setores em interação com uma visão macro das fronteiras planetárias são bem-vindos a fim de um maior entendimento da dinâmica do sistema terrestre (Whiteman et al., 2013). Além do mais, “a literatura de gestão de negócios permanece focada na compreensão das implicações sociais, organizacionais ou institucionais da sustentabilidade corporativa, isoladamente de indicadores quantitativos de funcionamento do ecossistema” (Whiteman et al., 2013, p. 308; Goldstein, Hilliard & Parker, 2011).

Do ponto de vista do desempenho de gestão ambiental, o presente estudo se justifica, primeiramente, pois, a aplicação do conceito é uma das possíveis formas de auxiliar as empresas no desenvolvimento de estratégias que permitam a redução do impacto ambiental decorrente de suas operações (Bhattacharyya & Cummings, 2015). Ainda, a compreensão do conceito, assim como sua ampla utilização e divulgação, colabora para a criação e implementação de uma legislação eficaz e uma melhora nos mecanismos de fiscalização ambiental (Bhattacharyya & Cummings, 2015). Isso gera um maior alinhamento entre as estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável e as estratégias empresariais. O que, por sua vez, beneficiaria o atingimento de acordos internacionais, como é o caso do Acordo de Paris e a implementação de políticas de desenvolvimento sustentável, como é o caso do atingimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas.

Em relação especificamente ao setor de óleo e gás, e dado o impacto do setor no meio ambiente e na economia global, esse se torna um objeto de estudo muito visado nas análises de desempenho ambiental corporativo (Trumpp et al., 2015; Xie &

Hayase, 2007). Ainda, sob a ótica da preservação do capital natural e a fim de assegurar o desenvolvimento sustentável e humano para os próximos anos, assim como a própria proteção do recurso para as próximas gerações, o setor de óleo e gás torna-se fundamental, uma vez que o setor é responsável por 7% das emissões de gases de efeito estufa (os quais são 80% compostos por CO<sub>2</sub>) (Galán-Martín et al., 2021). Logo, a proposta de um estudo que integre os conceitos de fronteiras planetárias e desempenho de gestão ambiental, restrito à análise do setor de óleo e gás, torna-se uma oportunidade de impulsionar o desenvolvimento sustentável do setor.

E, finalmente, no que se refere às fronteiras planetárias, esse estudo se justifica, pois “tem havido pouca integração contínua de teoria e dados das ciências naturais com a literatura de negócios e meio ambiente” (Whiteman et al., 2013, p. 309). E, ainda, é por meio da alocação das fronteiras planetárias ao nível de análise das empresas e setores, que se espera superar os desafios científicos e técnicos na operacionalização das fronteiras planetárias (Clift et al., 2017). Além disso, é por meio desse conceito que é possível mudar a “abordagem de governança e gestão, longe das análises essencialmente setoriais dos limites do crescimento, visando minimizar as externalidades negativas” (Rockström et al., 2009a, p.1). Além disso, esse enfoque traz implicações profundas para o desenvolvimento sustentável em todos os níveis de análise (Steffen et al., 2015).

### **1.3. Definições Conceituais**

Em busca de um maior alinhamento teórico, são apresentadas as definições conceituais utilizadas nesse estudo:

**Práticas de Gestão Ambiental:** são as técnicas, políticas e procedimentos destinados especificamente a monitorar e controlar o impacto das operações de uma empresa no ambiente natural (Montabon, Sroufe & Narasimhan, 2007).

**Desempenho Ambiental Corporativo:** são os resultados da gestão dos aspectos ambientais por uma determinada empresa (ISO, 1999).



**Desempenho de Gestão Ambiental:** refere-se aos princípios e atividades de gestão em relação ao ambiente natural de uma empresa (Trumpp et al., 2015).

**Fronteiras Planetárias:** delimitam o espaço operacional seguro para o desenvolvimento da humanidade em relação ao funcionamento de nove processos do sistema terrestre (Rockström et al., 2009a; Steffen et al., 2015).

#### **1.4. Estrutura da Dissertação**

Essa dissertação está dividida em seis seções. A primeira e presente seção consiste na Introdução. Nessa seção foi apresentada uma visão geral do tema e dos conceitos que foram abordados nesse estudo. Ainda, foram definidos a pergunta de pesquisa e os objetivos geral e específicos que orientam esse estudo. A justificativa para esse estudo também foi apresentada. Na segunda seção é apresentado o referencial teórico referente aos conceitos de práticas de gestão ambiental, desempenho ambiental corporativo, desempenho de gestão ambiental e fronteiras planetárias. A terceira seção detalha os métodos utilizados nesse estudo. Na quarta seção são apresentados os resultados do estudo, seguidos pela discussão desses na seção cinco. A sexta e última seção consiste na conclusão do estudo, suas limitações, contribuições e recomendações para estudos futuros a fim de contribuir para a formação do campo de conhecimento.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os conceitos em que o presente estudo se fundamenta. O primeiro conceito a ser discutido são as práticas de gestão ambiental. Em seguida, são detalhados os conceitos de desempenho ambiental corporativo e desempenho de gestão ambiental. E, finalmente, o último conceito a ser apresentado é o referente às fronteiras planetárias. Ao final de cada subseção são apresentados quadros-resumo para cada conceito apresentado com o detalhamento da contribuição/tópico discutido por cada autor estudado respectivamente.

### 2.1. Práticas de Gestão Ambiental

As preocupações mundiais com a disponibilidade de capital natural e, conseqüentemente, o maior empenho à adequação a um modelo de desenvolvimento sustentável, têm lançado luz sobre a importância da gestão ambiental (Pinto et al., 2018; Uhlaner, Berent-Braun, Jeurissen & de Wit, 2012). Isso porque, a gestão ambiental se “fundamenta em três aspectos: (i) os benefícios sociais; (ii) os benefícios ambientais; e, (iii) os benefícios econômicos” (Pinto et al., 2018, p. 1251-1252). As empresas, por sua vez, estão cada vez mais incorporando práticas ambientais de maneira proativa estabelecendo procedimentos formais e rotinas organizacionais que podem ajudar a atingir suas metas ambientais (Khanna & Speir, 2013; Singh, Jain & Sharma, 2014; Bansal, Garg & Yadav, 2020). Esse movimento integra uma visão estratégica por parte das empresas (Singh et al., 2014; Khanna & Speir, 2013), a fim de atender os interesses de seus *stakeholders*, tais como investidores, clientes, concorrentes, reguladores e grupos de interesse ambiental (Bansal et al., 2020). Paralelamente, “a literatura acadêmica relacionada às práticas de gestão ambiental cresceu imensamente nas últimas duas décadas.” (Hardcopf, Shah & Mukherjee, 2019, p. 2900; Lucas, 2010). O conceito de práticas de gestão ambiental é distinto das práticas empresariais convencionais (Lucas, 2010; Uhlaner et al., 2012), mas se relaciona com termos como desenvolvimento sustentável, sustentabilidade, responsabilidade social corporativa e empreendedorismo sustentável (Uhlaner et al., 2012).

Existem diferentes definições para o conceito de práticas de gestão ambiental (Abrams, Han & Hossain, 2021). Muitas das abordagens compreendem o conceito de práticas de gestão ambiental como sendo um termo semelhante a gestão ambiental,

referindo-se “às formas pelas quais as empresas conservam e protegem os recursos naturais” (Uhlauer et al., 2012, p. 411). No entanto, o conceito de práticas de gestão ambiental também pode ser entendido como “um conjunto de políticas, procedimentos e diretrizes que delineiam as atividades ambientais de uma organização específica” (Pinto et al., 2018, p. 1251). Outra abordagem, apresentada por Khanna e Speir (2013), traz enfoque nas mudanças necessárias a fim de controlar e relatar as conquistas ambientais a serem realizadas pelas empresas. Tais mudanças envolveriam: políticas operacionais, auditorias ambientais, uso de métodos de contabilidade de custos ambientais, e treinamento e recompensa de funcionários (Khanna e Speir, 2013). No entanto, a definição conceitual de práticas de gestão ambiental que se identificou como mais recorrente na literatura acadêmica é a baseada no estudo de Montabon et al. (2007, p. 998), que definem as práticas de gestão ambiental como “as técnicas, políticas e procedimentos que uma empresa usa especificamente destinados a monitorar e controlar o impacto de suas operações no ambiente natural”.

A partir da definição de Montabon et al. (2007), o entendimento do conceito de práticas de gestão ambiental ampliou-se, conforme exposto no estudo de Noordewier e Lucas (2020, p. 1), que apresentam as práticas de gestão ambiental como “uma ampla gama de iniciativas, desde o fornecimento até o design ecológico de produtos, adaptação de processos, investimentos em tecnologia verde, relatórios ambientais internos e externos, e muitas outras atividades”. Para Hardcopf, Shah e Dhanorkar (2021, p. 2468), além das técnicas, políticas e procedimentos, as práticas de gestão ambiental “formam a espinha dorsal do sistema de gestão ambiental de uma empresa, que por sua vez regula o desempenho ambiental dessa”. Ainda, o conceito de práticas de gestão ambiental também passou a incluir um entendimento estratégico, como pode ser observado no estudo de Yang, Hong e Modi (2011), que apresentam as práticas de gestão ambiental como processos e procedimentos que reduzem o impacto negativo de uma empresa em seu desempenho ambiental. Na mesma linha de entendimento, Hardcopf et al. (2019) e Yu e Ramanathan (2016) entendem as práticas de gestão ambiental como meios de reduzir o impacto empresarial no ambiente natural.

No que tange os impactos das práticas de gestão ambiental, diversos estudos são apresentados na literatura acadêmica. Em um entendimento geral, as práticas de gestão ambiental podem, de fato, melhorar o desempenho geral das empresas (Montabon et al., 2007; Yang et al., 2011; Bansal et al., 2020), assim como seus desempenhos operacional e financeiro, especificamente (Hardcopf et al., 2019; Lucas & Noordewier, 2016). No entanto, a quantidade de práticas de gestão ambiental adotadas por uma empresa determina seu desempenho. Dado que as empresas diferem nos motivos e em como avaliam os custos e benefícios da adoção das práticas de gestão ambiental (Hardcopf et al., 2021; Khanna & Speir, 2013), o provável desempenho positivo torna-se incerto para elas (Lucas & Noordewier, 2016). Ainda, devido ao fato de as empresas se situarem em diferentes contextos setoriais, a incerteza torna-se ainda mais significativa (Lucas & Noordewier, 2016). Conforme apresentado por Lucas e Noordewier (2016), não existe uma regra universal que seja aplicável *per se* sobre como e quando as práticas de gestão ambiental devem ser adotadas.

Contudo, identificou-se que as empresas vêm adotando cada vez mais práticas de gestão ambiental (Hardcopf et al., 2019; Lucas & Noordewier, 2016). “Existem várias teorias que foram apresentadas para explicar por que as empresas voluntariamente realizam ações para melhorar seu desempenho ambiental além da conformidade” (Khanna & Speir, 2013, p. 2668). Dentre essas, destaca-se a forma com essas empresas gerem seus *stakeholders*, seu planejamento para melhoria de eficiência interna, seu posicionamento ambiental, seus objetivos estratégicos e competitivos, gerenciamento de imagem, e legitimidade junto aos seus *stakeholders* (Khanna & Speir, 2013). “Independentemente do motivo da adoção, a adoção das práticas de gestão ambiental geralmente envolve compromissos potencialmente significativos de trabalho e capital” (Hardcopf et al., 2021, p. 2470).

“Embora a literatura de pesquisa tenha abordado as práticas de gestão ambiental, a maior parte da literatura de pesquisa examinou um conjunto limitado dessas” (Montabon et al., 2007, p. 999). Na tentativa de abordar a ampla gama de práticas de gestão ambiental, diferentes estudos buscaram caracterizar ou categorizar as práticas de gestão ambiental. Nath e Ramanathan (2016) caracterizam as práticas de gestão ambiental de uma empresa por sua motivação, sensibilidade e respostas às

mudanças no ambiente. Já Montabon et al. (2007) classificam as práticas de gestão ambiental em três categorias distintas: (i) práticas operacionais; (ii) práticas táticas; e, (iii) práticas estratégicas. A classe de práticas operacionais diz respeito às atividades internas da empresa; a classe de práticas táticas, tem foco interno e externo; e, finalmente, a classe de práticas estratégicas envolve as atividades com objetivos de longo prazo. Já Lucas (2010) defende que as práticas de gestão ambiental devem ser categorizadas em duas dimensões: (i) tipo de investimento de capital que necessitam; e (ii) etapas do processo de produção que são afetadas por elas. Isso pois, partindo da visão baseada em recursos, há a organização dos recursos da empresa em quatro grupos de investimento de capital: (i) físico, (ii) humano, (iii) social; e (iv) organizacional. E, partindo da perspectiva da economia ecológica, “para avaliar o impacto das práticas de gestão ambiental na capacidade da empresa de minimizar a entrada de recursos, aumentar a eficiência do processo, e otimizar a geração de *outputs*” (Lucas, 2010, p. 547). Como resultado da interação das duas dimensões: (i) o capital físico busca a prevenção de um impacto ambiental negativo; (ii) o capital humano busca a retenção de conhecimento derivado da própria gestão ambiental e a necessidade de os funcionários acompanharem a maior complexidade que a gestão ambiental acrescenta às rotinas operacionais; (iii) o capital social busca promover e manter o relacionamento com os *stakeholders* relacionados à empresa a fim de tornar essa mais responsiva às necessidades ambientais; e (iv) o capital organizacional busca solidificar as práticas de gestão ambiental por meio de investimentos em infraestrutura (como por exemplo, investimento em sistemas de gestão ambiental).

Em aplicação prática do conceito de práticas de gestão ambiental, várias abordagens foram utilizadas a fim de mensurar o conceito (Abrams et al., 2021). Nos estudos de Singh et al. (2014), por exemplo, as práticas de gestão ambiental são examinadas em um estudo multisetorial. Os autores partem da teoria dos *stakeholders* e de características empresariais a fim de elucidar o impacto que esses determinantes têm na prática de gestão ambiental. Para eles, as práticas de gestão ambiental se resumem a: existência de políticas ambientais; treinamento ambiental para os funcionários; auditoria ambiental interna e externa; *benchmark* de desempenho ambiental; relatório ambiental público; e, indicadores/objetivos de desempenho ambiental. Como esperado, os determinantes, pressão dos *stakeholders* internos e externos, e as características empresariais, diferem significativamente quando

analisado o impacto desses sobre a adoção de práticas de gestão ambiental. O estudo de Hardcopf et al. (2019) analisa por que as empresas variam dentro e entre indústrias no número de práticas de gestão ambiental que adotam. Os autores analisam “seis características da empresa (tamanho, lucratividade, folga de capital, intensidade de mão de obra, adoção da ISO 9000 e adoção do sistema de gestão de qualidade) e cinco atributos da indústria (risco ambiental, concorrência, munificência, dinamismo e complexidade) para avaliação” (Hardcopf et al., 2019, p. 2899). Os resultados do estudo mostram que “a adoção de práticas de gestão ambiental aumenta à medida que as empresas crescem e as indústrias se tornam menos munificentes e dinâmicas ao longo do tempo” (Hardcopf et al., 2019, p. 2913-2914).

Em estudo para verificar a influência da gestão ambiental no desempenho operacional das empresas automotivas brasileiras, Jabbour, de Sousa Jabbour, Govindan, Teixeira e de Souza Freitas (2013) utilizam oito práticas de gestão ambiental de acordo com a literatura a fim de mensurar o constructo de gestão ambiental. As oito práticas consistem em: política clara de valorização da gestão ambiental; treinamento ambiental para todos os funcionários; redução, reutilização e reciclagem aplicada à água, energia elétrica e papel; desenvolvimento de produtos com menores impactos ambientais; desenvolvimento de processos produtivos com menores impactos ambientais; seleção de fornecedores com base em critérios ambientais; ISO 14001 ou outro sistema de gestão ambiental; e promoção voluntária de informações sobre desempenho ambiental (Jabbou et al., 2013). Tais práticas refletem o contexto no qual as empresas automotivas brasileiras se encontram. Independente da escolha das práticas de gestão ambiental e de sua aplicação, no geral, entende-se que seja crítico o entendimento específico dos recursos disponíveis para a empresa e da adaptação e sintomia das iniciativas ambientais com o contexto em que as empresas se encontram para a operacionalização das práticas de gestão ambiental a serem adotadas (Lucas & Noordewier, 2016) e, conseqüentemente, pelos estudos acadêmicos.

A seguir, é apresentada a Tabela 1 detalhando em um quadro-resumo as principais contribuições/tópicos discutidos das práticas de gestão ambiental de acordo com os autores discutidos ao longo dessa subseção.

**Tabela 1***Síntese da Base Teórica de Práticas de Gestão Ambiental*

<b>Autor(es)</b>	<b>Contribuição / Tópico Discutido</b>
Abrams et al. (2021)	Investiga como o desempenho ambiental corporativo e as práticas de gestão ambiental de empresas norte-americanas são valorizadas pelos acionistas.
Bansal et al. (2020)	Fornecer uma compreensão clara da pesquisa no campo das práticas de gestão ambiental, usando uma metodologia de revisão sistemática em uma base de dados bibliográfica ( <i>Web of Science</i> ), abrangendo o período de 1990-2019.
Hardcopf et al. (2019)	Identifica diferentes fontes de variação na adoção de práticas de gestão ambiental e quantifica sua importância relativa para as decisões de adoção dessas.
Hardcopf et al. (2021)	Examina se os acidentes de derramamento e poluição divulgados publicamente levam as empresas a alterar sua abordagem de gestão ambiental, conforme expresso pela adoção de práticas de gestão ambiental.
Jabbour et al. (2013)	Verifica a influência da gestão ambiental no desempenho operacional das empresas automotivas brasileiras.
Khanna e Speir (2013)	Examina até que ponto existem incentivos diferenciais que motivem a adoção de práticas de gestão ambiental e métodos de prevenção da poluição.
Lucas (2010)	Propõe um <i>framework</i> integrativo, baseado em conceitos teóricos das áreas de gestão estratégica e economia ecológica, para melhorar a compreensão das práticas de gestão ambiental e sua relação com a vantagem competitiva sustentável.
Lucas e Noordewier (2016)	Propõe e testa um modelo que examine o efeito das práticas de gestão ambiental no desempenho financeiro da empresa, tanto dentro, quanto entre contextos da indústria.
Montabon et al. (2007)	Examina empiricamente a relação entre práticas de gestão ambiental e o desempenho das empresas.
Nath e Ramanathan (2016)	Investiga como vários aspectos das práticas de gestão ambiental (operacional, estratégica e tática) realizadas pelas empresas influenciam seus portfólios de tecnologia ambiental (controle da poluição e prevenção da poluição).
Noordewier e Lucas (2020)	Formula e investiga empiricamente como os efeitos das práticas de gestão ambiental de uma empresa em seu desempenho financeiro dependem da influência conjunta da concentração e do crescimento da indústria.
Pinto et al. (2018)	Identifica e analisa as práticas de gestão ambiental realizadas na indústria do Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS) no período de 2011 a 2015, com auxílio da literatura científica publicada na base de dados Scopus.
Singh et al. (2014)	Determina empiricamente os principais fatores que têm uma grande influência na adoção de práticas de gestão ambiental em empresas indianas.
Uhlener et al. (2012)	Prevê a prevalência de práticas específicas de gestão ambiental em pequenas e médias empresas (PMEs) com base em características internas da empresa.
Yang et al. (2011)	Explora as relações entre práticas de manufatura <i>lean</i> , gestão ambiental (por exemplo, práticas de gestão ambiental e desempenho ambiental) e resultados de desempenho de negócios (por exemplo, mercado e desempenho financeiro).

Yu e Ramanathan (2016)	Fornecer uma análise inicial dos papéis das capacidades funcionais na adoção de práticas de gestão ambiental e na melhoria do desempenho ambiental sob uma perspectiva de capacidade organizacional.
------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Elaborado pela autora.

## 2.2. Desempenho Ambiental Corporativo

Nas últimas duas décadas (Zheng et al., 2020), o conceito de desempenho ambiental corporativo ganhou importância nas discussões acadêmicas e empresariais ao redor do mundo (Tyteca, 1997; Bhattacharyya & Cummings, 2015; Escrig-Olmedo, Muñoz-Torres, Fernández-Izquierdo & Rivera-Lirio, 2017; Dragomir, 2018; Choi, Han & Lee, 2020; Abrams et al., 2021). Recentemente, a sociedade e os mercados financeiros passaram a demonstrar maior interesse no assunto (Semenova, 2010; Bhattacharyya & Cummings, 2015). Isso, pois, são esses alguns dos principais públicos de interesse nessas discussões (Schultze & Trommer, 2012; Bhattacharyya & Cummings, 2015). Apesar de sua importância e do crescente interesse a seu respeito, o conceito de desempenho ambiental corporativo não apresenta uma definição clara e indiscutível, nem uma conceituação inequívoca foi estabelecida até agora (Trumpp et al., 2015; Dragomir, 2018; Schultze & Trommer, 2012; Gallego-Álvarez, 2012; Xie & Hayase, 2007; Bhattacharyya, 2019; Szennay, Szigeti, Beke & Radácsi, 2021).

De acordo com Illnitch et al. (1998), o desempenho ambiental de uma empresa vai além do passivo ambiental das divulgações financeiras. Para os autores, é necessário agregar múltiplos tipos de métricas, uma vez que sua definição não é “tarefa simples” (p. 386). Os autores identificaram “quatro dimensões conceituais do desempenho ambiental corporativo: (i) sistemas organizacionais; (ii) relações com as partes interessadas; (iii) conformidade regulamentar; e (iv) impactos ambientais.” (Illnitch, 1998, p. 403). Adotando uma abordagem mais gerencial, Tyteca et al. (2002) definem o conceito de desempenho ambiental corporativo como “os resultados da gestão de uma organização de seus aspectos ambientais” (Zheng et al., 2020, p.3) ou de forma mais precisa, como a totalidade de seu nível de consumo de recursos e emissões (Tyteca et al., 2002). Zheng et al. (2020) utilizam a mesma definição ao juntar os conceitos de desempenho ambiental corporativo e inovação, por meio de *machine learning*. Em uma interpretação mais recente, Dragomir (2018) propõe a conceitualização de desempenho ambiental corporativo de acordo com o “impacto ambiental das atividades organizacionais” (p. 1151). Para o autor, de forma bastante



abrangente, o conceito é definido como a “medida de impacto ambiental, consumo de recursos e elementos financeiros relacionados, juntamente com os esforços para a redução desse impacto e a implementação de medidas preventivas” (Dragomir, 2018, p.1151).

No estudo de revisão sistemática da literatura de Trumpp et al. (2015) abordando o conceito de desempenho ambiental corporativo, os autores concluem que a definição que melhor se adequa ao conceito de desempenho ambiental corporativo é a proposta pela *International Organization for Standardization* (ISO), que define o conceito como “os resultados da gestão de uma organização relativa a seus aspectos ambientais” (ISO, 1999). Os autores consideram essa definição abrangente, parcimoniosa e como “uma definição consensual integrando os atributos essenciais das [tentativas de] definições acadêmicas anteriores” (Trumpp et al., 2015, p. 3). Além de Trumpp et al. (2015), a definição proposta pela ISO (1999) também é utilizada nos estudos de Bhattacharyya e Cummings (2015).

Assim como a maioria dos fenômenos presentes nas pesquisas organizacionais, o desempenho ambiental corporativo não pode ser observado diretamente. No caso do desempenho ambiental corporativo, não há um consenso quanto a quais indicadores devem mensurá-lo (Gallego-Álvarez, 2012). De acordo com Trumpp et al. (2015), não se pode afirmar que exista um único fator que possa representar o desempenho ambiental corporativo. Assim, entende-se que seja necessário o uso de várias dimensões a fim de mensurar tal desempenho (Semenova, 2010; Bhattacharyya & Cummings, 2015). Ou seja, o desempenho ambiental corporativo é um constructo agregado multidimensional (Escrig-Olmedo et al., 2017; Trumpp et al., 2015; Bhattacharyya & Cummings, 2015; Gallego-Álvarez, 2012; Schultze & Trommer, 2012; Xie & Hayase, 2007; Bhattacharyya, 2019; Dragomir, 2018; Choi et al., 2020).

Visando a representação e operacionalização do conceito de desempenho ambiental corporativo e, considerando sua complexidade, sua observação deve ser feita por intermédio de indicadores, os quais representam as manifestações observáveis do constructo (Bisbe, Batista-Foguet & Chenhall, 2007; Semenova, 2010; Choi et al., 2020). Considerando as pesquisas empíricas relacionadas com o conceito, identificou-se que há uma infinidade de indicadores que podem ser utilizados em sua mensuração

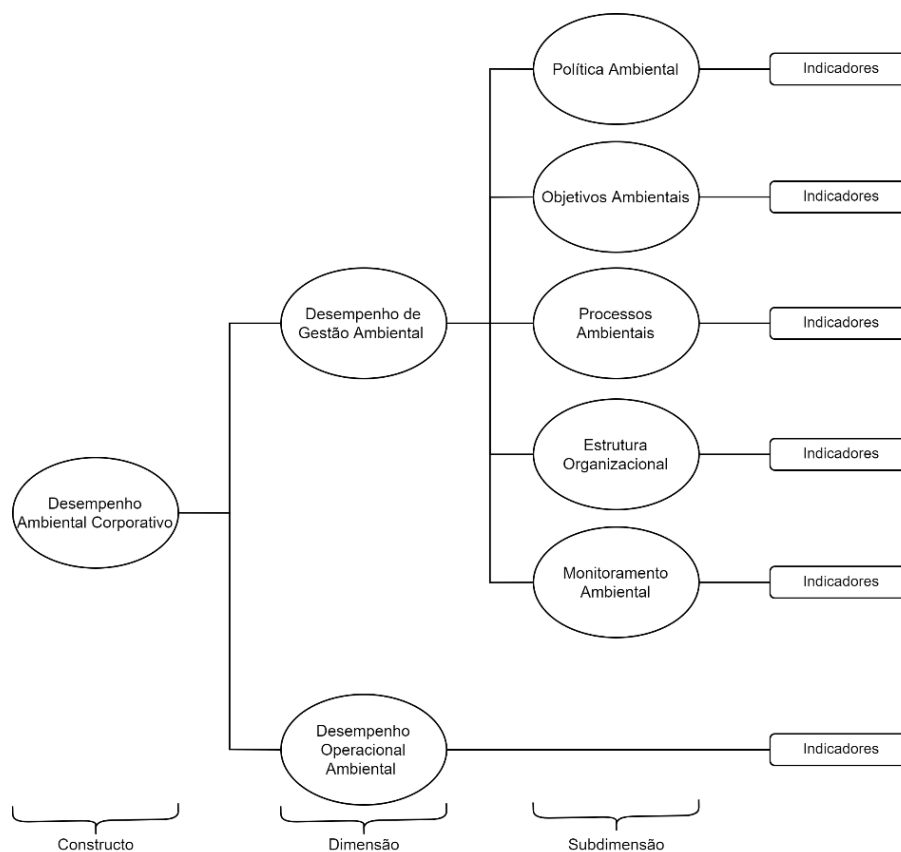
(Trumpp et al., 2015). Entende-se, portanto, que a seleção dos indicadores deve ser baseada, principalmente, na confiabilidade e validade da medição, conforme é exposto no estudo de Schultze e Trommer (2012). Ainda, “a validade das diferentes medidas baseia-se na sua correção e integralidade na cobertura dos impactos ambientais globais” (Schultze & Trommer, 2012, p. 393). Dessa forma, compreende-se que uma empresa que mensure seu desempenho ambiental se sente responsável por limitar seus danos ambientais (Schultze & Trommer, 2012; Bhattacharyya & Cummings, 2015). E, ainda, por meio dessa mensuração, é possível desenvolver estratégias para reduzir o impacto ambiental dessas empresas (Schultze & Trommer, 2012; Bhattacharyya & Cummings, 2015).

“A medição do desempenho ambiental corporativo se desenvolveu paralelamente à implantação da gestão ambiental” (Dragomir, 2018, p. 1125). No entendimento de Jung, Kim & Rhee (2001), por exemplo, o desempenho ambiental corporativo compreende cinco categorias: “(1) gestão ambiental geral (GEM [sigla em inglês]); (2) *input*; (3) processo/operação; (4) *output*; e (5) *outcome*” (p. 553). Já no entendimento de Delmas e Blass (2010), o desempenho ambiental corporativo apresenta três conjuntos de indicadores: os de impacto ambiental (toxicidade, emissões, uso de energia etc.); os de *compliance* regulatória (status de não conformidade, taxas de violação, número de auditorias etc.), e os de processos organizacionais (contabilidade ambiental, auditorias, relatórios, sistema de gestão etc.). Esses são apenas alguns exemplos das diferentes abordagens de mensuração de desempenho ambiental corporativo que refletem sua complexidade (Jung et al. 2001; Semenova, 2010), assim como a dificuldade em avaliá-lo (Semenova, 2010).

Diferentes modelos de mensuração e avaliação de desempenho ambiental corporativo foram abordados pela academia ao longo do tempo. De acordo com esses estudos, duas categorias de modelos se apresentam: aqueles com enfoque no desenvolvimento de modelos para a tomada de decisões internas de gestão agregados à construção de indicadores de desempenho ambiental (EPAs) adequados; e aqueles que tentam desenvolver uma medição de desempenho ambiental para a tomada de decisões de terceiros (aqui entendidos como os *stakeholders*), a fim de tornar o modelo comparável entre diferentes empresas (Bhattacharyya & Cummings, 2015; Bhattacharyya, 2019). Entende-se, portanto, que os modelos da segunda categoria,

ou seja, aqueles que permitem a compara entre diferentes empresas, seja o mais adequado para o entendimento do desenvolvimento sustentável (Bhattacharyya, 2019).

De acordo com Xie e Hayase (2007), Trumpp et al. (2015), Bhattacharyya e Cummings (2015), Bhattacharyya (2019) e Escrig-Olmedo et al. (2017), o desempenho ambiental corporativo parece compreender duas dimensões: desempenho de gestão ambiental e desempenho operacional ambiental. A dimensão de desempenho de gestão ambiental “refere-se a um nível estratégico de desempenho ambiental e concentra-se nos princípios e atividades de gestão em relação ao ambiente natural” (Trumpp et al., 2015, p. 6). Já a dimensão de desempenho operacional ambiental refere-se “ao nível operacional de desempenho ambiental e se concentra explicitamente nos resultados (ou seja, aspectos ambientais) das atividades de gestão de uma empresa em relação ao ambiente natural” (Trumpp et al., 2015, p. 6). As dimensões de desempenho de gestão ambiental e desempenho operacional ambiental são aspectos interdependentes do desempenho ambiental corporativo (Xie & Hayase, 2007). Entende-se que os esforços de gestão ambiental são meios para atingir um melhor desempenho operacional ambiental (Xie & Hayase, 2007). E, ao mesmo tempo, um bom resultado operacional ambiental reforça as políticas de gestão ambiental e estratégias ambientais das empresas (Arimura, Hibiki & Katayama, 2008; Jung et al., 2001; Schultze & Trommer, 2012; Bhattacharyya & Cummings, 2015). A Figura 1 apresenta o modelo de *framework* proposto por Trumpp et al. (2015). “Em essência, o desempenho de gestão ambiental questiona se a administração da empresa definiu políticas para melhorar o desempenho ambiental, enquanto o desempenho operacional ambiental mede os resultados ambientais reais da empresa” (Choi et al., 2020, p. 4).

**Figura 1***Modelo de Framework de Desempenho Ambiental Corporativo*

Fonte: Trumpp et al. (2015).

De acordo com o *framework* apresentado, a dimensão de desempenho de gestão ambiental é dividida em cinco subdimensões, as quais: política ambiental, objetivos ambientais, processos ambientais, estrutura organizacional e monitoramento ambiental (Trumpp et al., 2015). A política ambiental refere-se ao compromisso de responsabilidade da empresa para com o meio ambiente e, ainda, às estratégias de melhoria operacional ambiental (Trumpp et al., 2015; Darnall & Edwards, 2006). Os objetivos ambientais referem-se às metas e políticas ambientais (Trumpp et al., 2015; Darnall & Edwards, 2006). Os processos ambientais, como o próprio nome indica, referem-se aos procedimentos organizacionais relacionados à melhora do desempenho operacional ambiental (Trumpp et al., 2015; Ilinitch et al., 1998). A estrutura organizacional refere-se às estruturas formais responsáveis por atingir os objetivos ambientais (Trumpp et al., 2015; Darnall & Edwards, 2006). E, finalmente, o monitoramento ambiental refere-se às ações que garantem melhorias contínuas do desempenho operacional ambiental (Trumpp et al., 2015; Darnall & Edwards, 2006).

A dimensão de desempenho operacional ambiental, por sua vez, não apresenta subdimensões ou indicadores específicos (Trumpp et al., 2015). Isso se dá, pois, como a dimensão de desempenho operacional refere-se aos resultados das atividades de gestão, esses podem variar muito de empresa para empresa “devido às diferenças nos setores industriais e aos diferentes graus de integração vertical” (Trumpp et al., 2015, p. 5). Ainda, os aspectos ambientais são altamente específicos e relacionados aos contextos em que as empresas se encontram (Goldstein et al., 2011; Schultze & Trommer, 2012; Hourneaux Junior et al., 2014; Zheng et al., 2020). Assim, ao se analisar a dimensão de desempenho operacional ambiental, deve-se “selecionar indicadores significativos que correspondam aos aspectos ambientais específicos das empresas em estudo” (Trumpp et al., 2015, p. 18). Logo, recomenda-se que, para fins de comparação, o desempenho ambiental corporativo seja aplicado em análises setoriais (Trumpp et al., 2015). E, também, deve-se prezar pela seleção de indicadores-chave de desempenho, uma vez que é inviável que se considere todos os indicadores possíveis, dada a abrangência da dimensão de desempenho operacional ambiental (Trumpp et al., 2015).

Abaixo é apresentado um quadro-resumo, na Tabela 2, detalhando as contribuições/tópicos discutidos nessa subseção abordando o desempenho ambiental corporativo.

**Tabela 2**

*Síntese da Base Teórica de Desempenho Ambiental Corporativo*

<b>Autor(es)</b>	<b>Contribuição / Tópico Discutido</b>
Bhattacharyya (2019)	Aplica um modelo de avaliação de desempenho ambiental corporativo a fim de validar a análise comparativa entre países.
Bhattacharyya e Cummings (2015)	Avalia de que forma diferentes setores mensuram o desempenho ambiental corporativo por meio de diversos indicadores desenvolvidos para avaliação dos <i>stakeholders</i> .
Choi et al. (2020)	Examina a relevância do valor do desempenho ambiental corporativo usando indicadores de desempenho ambiental individuais e constructos multidimensionais derivados de Trumpp et al. (2015).
Delmas e Blass (2010)	Avalia os <i>trade-offs</i> na escolha das métricas de mensuração de desempenho ambiental corporativo relativas ao <i>rating</i> de sustentabilidade aplicado a investimentos socialmente responsáveis.

Dragomir (2018)	Propõe uma nova conceituação do desempenho ambiental corporativo com base em uma revisão abrangente e crítica de três décadas de pesquisas dedicadas.
Escrig-Olmedo et al. (2017)	Apresenta um <i>framework</i> para a avaliação do desempenho ambiental corporativo, com base na aplicação de um método difuso de tomada de decisão multicritério.
Hartmann e Uhlenbruck (2015)	Investiga a variação do desempenho ambiental corporativo de empresas de manufatura de acordo com variações geográficas no nível de país.
Ilinitch et al. (1998)	Apresenta uma abordagem teórica e empírica para definir o conceito de desempenho ambiental corporativo e avalia a operacionalização do conceito por meio de medições existentes.
Jung et al. (2001)	Aborda a mensuração do desempenho ambiental corporativo e sua aplicação à análise de eficiência nas empresas de petróleo.
Semenova (2010)	Fornece uma visão sobre a avaliação da validade do constructo de classificações de desempenho ambiental corporativo proeminentes.
Schultze e Trommer (2012)	Discute a medição do desempenho ambiental corporativo em pesquisas empíricas quantitativas.
Szennay et al. (2021)	Desenvolve uma calculadora de pegada ecológica para que as pequenas e médias empresas (PMEs) possam medir os elementos comuns dos impactos ambientais corporativos de forma confiável para melhorar seu desempenho ambiental corporativo.
Trumpp et al. (2015)	Integra a literatura disponível sobre desempenho ambiental corporativo, deriva uma definição parcimoniosa e uma estrutura teoricamente sólida do constructo focal.
Tyteca (1997)	Define indicadores de desempenho ambiental corporativo agregados e padronizados para empresas por meio de modelos de programação linear.
Tyteca et al. (2002)	Apresenta a visão do projeto MEPI ( <i>Measuring Environmental Performance of Industry</i> ) no desempenho ambiental corporativo no nível local por meio do uso de indicadores agregados padronizados e da análise do efeito que fatores explicativos potenciais podem ter sobre esse desempenho.
Xie e Hayase (2007)	Apresenta um modelo de medição de desempenho ambiental que consiste em desempenho de gestão ambiental (EMP, na sigla em inglês) e desempenho operacional ambiental (EOP, na sigla em inglês), e a hipótese de que o EMP é medido por quatro indicadores de desempenho de gestão e o EOP é medido por dois indicadores de desempenho operacional.
Zheng et al. (2020)	Fornece percepções úteis sobre o desempenho ambiental corporativo entre empresas para facilitar uma melhor gestão ambiental para o governo e as empresas por meio de um modelo de <i>machine learning</i> para prever o desempenho ambiental corporativo.

Fonte: Elaborado pela autora.

### 2.3. Fronteiras Planetárias

O conceito de fronteiras planetárias busca estimar um espaço operacional seguro para o desenvolvimento da humanidade em relação ao funcionamento do sistema terrestre (Steffen et al., 2015; Rockström et al., 2009a) – aqui entendido como os processos

físicos, químicos e biológicos do planeta. O conceito “tem sido objeto de considerável atenção e debate, tanto do ponto de vista científico quanto político” (Fanning & O’Neill, 2016, p. 836; Dao et al., 2018). Ainda, as fronteiras planetárias podem ser uma valiosa contribuição para os tomadores de decisão, ao permitirem o mapeamento ambiental no desenvolvimento das sociedades (Steffen et al., 2015). No estudo apresentado por Rockström et al. (2009a), foi realizado um esforço preliminar para identificar as fronteiras planetárias, assim como a quantificação dos limites biofísicos de cada uma delas. Esses limites biofísicos não devem ser transgredidos em razão da perpetuidade do equilíbrio do sistema terrestre para as gerações futuras (Rockström et al., 2009a; Steffen et al., 2015). Foram identificadas nove fronteiras planetárias, as quais: mudanças climáticas, acidificação dos oceanos, esgotamento do ozônio estratosférico, ciclos biogeoquímicos do nitrogênio (N) e do fósforo (P), carregamento de aerossóis atmosféricos, uso de água doce, mudança no uso da terra, taxa de perda de biodiversidade e poluição química (Rockström et al., 2009a; Steffen et al., 2015).

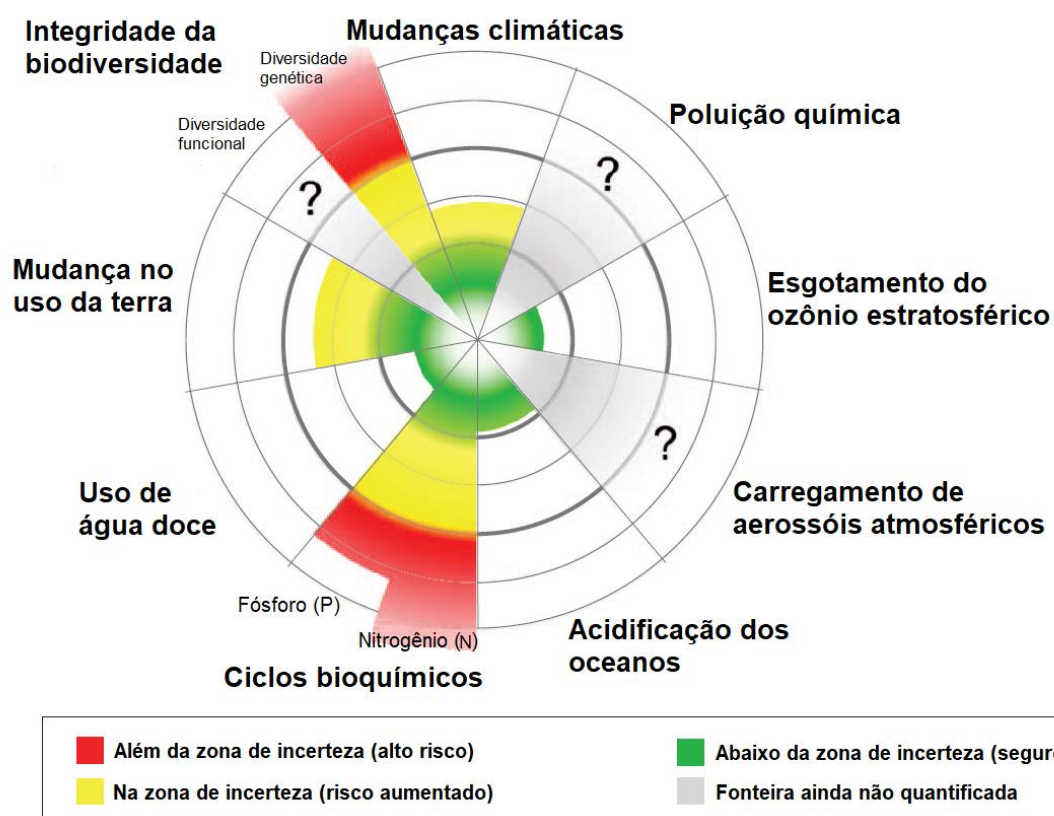
Das nove fronteiras planetárias propostas por Rockström et al. (2009a), apenas sete puderam ser quantificadas. Essas são: mudanças climáticas (quantificada pela concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera); acidificação oceânica (quantificada pela saturação média da água do mar superficial); esgotamento do ozônio estratosférico (quantificado pela concentração de O<sub>3</sub> na estratosfera); ciclo biogeoquímico do nitrogênio (N) (quantificado pela evasão industrial e agrícola) e do fósforo (P) (quantificado pelo influxo de fósforo para os oceanos); uso de água doce (quantificado pelo uso consuntivo de água doce); mudança no uso da terra (quantificado pela porcentagem da superfície de terra sem gelo sob terras cultiváveis); e a taxa na qual a diversidade biológica é perdida (quantificada pela taxa de extinções por milhão de espécies). As fronteiras planetárias referentes ao carregamento de aerossóis atmosféricos e a poluição química não puderam ser quantificadas (Rockström et al., 2009a). Estima-se que a humanidade já tenha transgredido três fronteiras, as quais: mudanças climáticas, ciclo biogeoquímico do nitrogênio e a perda da biodiversidade (Rockström et al., 2009a).

Passados seis anos da identificação das fronteiras planetárias por Rockström et al. (2009a), Steffen et al. (2015) apresentaram uma revisão e atualização das fronteiras planetárias, na qual introduziram uma abordagem de dois níveis para várias das

fronteiras como forma de se considerar a heterogeneidade em nível regional; atualizaram a quantificação da maioria das fronteiras planetárias; identificaram duas fronteiras centrais que impactam diretamente o sistema terrestre; e quantificaram, em nível regional, uma das fronteiras que não foi quantificada no estudo anterior de Rockström et al. (2009a). Das contribuições apresentadas no estudo de Steffen et al. (2015), é válido ressaltar duas das principais revisões e atualizações: a abordagem em dois níveis e a identificação de duas fronteiras centrais. Isso, pois, pela primeira vez foi abordado o *downscaling* das fronteiras planetárias para o nível regional, uma vez que há a “necessidade de considerar esse nível para entender o funcionamento do sistema terrestre como um todo” (Steffen et al., 2015, p. 4). E, a identificação das fronteiras de mudanças climáticas e integridade da biodiversidade como centrais para o sistema terrestre; o que as tornam pontos focais de atenção. A Figura 2 apresenta um resumo gráfico das fronteiras planetárias, seus respectivos níveis, a quantificação dessas e transgressões humanas relativas.

**Figura 2**

*Representação Gráfica das Fronteiras Planetárias*



Fonte: Steffen et al. (2015).



As fronteiras planetárias não se restringem apenas às nove apresentadas por Rockström et al. (2009a) e ratificadas por Steffen et al. (2015). De forma ampla, a definição estrutural de uma fronteira planetária consiste em (i) identificar processos que regulem a estabilidade do sistema terrestre; (ii) escolher variáveis de controle adequadas para a mensuração desses processos; (iii) definir limites biofísicos nos quais esses processos podem ocorrer, respectivamente, sem desestabilizar o sistema terrestre; e (iv) propor um valor limítrofe inferior para esse processo (Rockström et al., 2009a; Fanning & O'Neill, 2016). “Embora os limites planetários sejam descritos em termos de quantidades individuais e processos separados, os limites são fortemente acoplados.” (Rockström et al., 2009b).

“Dada sua interconectividade, o nível de pressão em uma fronteira planetária provavelmente será mais severo se as pressões em outras fronteiras planetárias relacionadas forem consideradas, em comparação com qualquer fronteira planetária sendo avaliada separadamente. Felizmente, isso funciona nos dois sentidos: se políticas forem definidas para reduzir as pressões em uma fronteira planetária, elas também podem reduzir a pressão em outras fronteiras planetárias vinculadas.” (Dao et al., 2018, p. 56).

Espera-se, portanto, que com o desenvolvimento e avanços científicos seja possível a revisão e atualização das nove fronteiras planetárias já identificadas – como é o caso apresentado no estudo de Steffen et al. (2015) –, assim como a identificação de novas fronteiras que afetem o sistema terrestre (Ursul, Tirdea & Ursul, 2018; Downing et al., 2019).

Como um esforço preliminar para identificar as fronteiras planetárias, Rockström et al. (2009a) utilizam uma estratégia descendente, ou seja, definem os limites das fronteiras planetárias para, então, definir limites em uma escala menor (por exemplo, a níveis nacionais). Já, em uma abordagem ascendente, a definição do limite se dá a partir de uma escala menor para uma maior, por exemplo de região para país. O estudo aplicado de Nykvist et al. (2013), utiliza-se da estratégia ascendente para mensurar os limites individuais das fronteiras planetárias em busca da adequação das fronteiras planetárias aos objetivos nacionais de qualidade ambiental da Suécia. Válido ressaltar que “[u]m desafio importante nas tentativas de reduzir efetivamente as percepções da estrutura de fronteiras planetárias é o risco de ‘deslocamento do

problema', ou seja, o risco de melhorar o desempenho em um sistema ou 'limite' degradando outro." (Galaz et al., 2012, p. 2; Häyhä et al., 2016; Brown, 2017). Ou, ainda, dado que a discussão das fronteiras planetárias é inerentemente política (Biermann, 2012), há o risco de as estratégias descendente e ascendente impactarem o entendimento de cada uma das nações e o próprio entendimento global das fronteiras planetárias. Entende-se, portanto, que o conceito de fronteiras planetárias ainda apresenta obstáculos para sua aplicação em menores escalas (Steffen et al., 2015; Fanning & O'Neill, 2016).

No entanto, estudos que busquem aplicar o conceito de fronteiras planetárias ao nível individual, de empresas e de países são de vital importância e incentivados amplamente (Nykvist et al., 2013; Biermann, 2012; Häyhä et al., 2016; Dao et al., 2018; Lucas, Wiltinga, Hof & van Vuuren, 2020). Isso, porque, as fronteiras planetárias auxiliam na compreensão dos processos fundamentais do sistema terrestre e na "probabilidade de que certas mudanças nos parâmetros do sistema possam desencadear perturbações em grande escala" (Biermann, 2012, p. 9). No entendimento de Galaz et al. (2012) e Brown (2017), as fronteiras planetárias são um meio pelo qual é possível operacionalizar o desenvolvimento sustentável. No estudo de Häyhä et al. (2016), os autores destacam que "as decisões relativas à gestão ambiental e ao uso de recursos geralmente não são tomadas em escala planetária, mas por governos, empresas e outros atores que operam nos níveis nacional, subnacional e supranacional" (p. 61), o que reforça a necessidade de aplicar o conceito de fronteiras planetárias a diferentes níveis. Ainda, "as atividades humanas em escala local estão mudando a 'linha base' do sistema terrestre, alterando os padrões espaciais das interconexões sistêmicas fundamentais entre os componentes do sistema" (Häyhä et al., 2016, p. 62).

"Recentemente, várias tentativas de transformar o conceito de fronteiras planetárias aos níveis regional e nacional foram feitas" (Parsonsova & Machar, 2021, p. 2). Em levantamento de Downing et al. (2019), os autores identificaram que, da literatura publicada até a publicação do estudo deles, "32% [dos estudos] buscam usar o conceito para avaliar a sustentabilidade em escalas subglobais" (p. 2). Os demais estudos presentes na literatura enfocam no avanço dos fundamentos científicos das fronteiras planetárias como uma estrutura expressamente biofísica (14%), ou

discutem o conceito “sem avançar na base científica ou aplicar o conceito em contextos práticos ou políticos” (54%) (Downing et al., 2019, p. 2). O estudo de Dao et al. (2018), por exemplo, apresenta uma nova “metodologia para orientar os governos nacionais em sua reflexão sobre o potencial dos indicadores ambientais com base na estrutura das fronteiras planetárias” (p. 50). A metodologia proposta “pode ser utilizada para calcular limites a nível nacional, bem como para estimar o estado atual dos impactos induzidos por cada país, não só no seu território, mas também através do consumo dos seus habitantes ([as chamadas] pegadas)” (Dao et al., 2018, p. 50). Assim como no estudo de Nykvist et al. (2013), os autores utilizam a abordagem *per capita* a fim de definir o limite biofísico das fronteiras planetárias a nível nacional (Dao et al., 2018). No entendimento dos autores, o “limite de um determinado país pode, portanto, ser entendido como a parcela exclusiva dos recursos do planeta alocados a esse” (Dao et al., 2018, p. 52).

Em estudo de Fanning e O'Neill (2016), as fronteiras planetárias são utilizadas como indicadores de escala sustentável em um estudo que busca mensurar “quão perto as sociedades de alto consumo estão de atender às condições de uma economia de estado estacionário” (p. 836). Assim como no estudo de Nykvist et al. (2013), os autores traduzem as fronteiras planetárias para os níveis nacional e subnacional por meio de uma abordagem *per capita*. São apresentados um total de 10 indicadores, divididos entre medidas de: indicadores de escala sustentável, estoque físicos e consumo agregado de recursos. “Os quatro indicadores de escala [sustentável] são proporções de (i) pegada de carbono cumulativa em relação ao orçamento de carbono, (ii) uso de nutrientes em relação aos limites biogeoquímicos, (iii) consumo de água [doce] em relação à disponibilidade mensal no nível da bacia, e (iv) pegada de terra em relação a biocapacidade” (Fanning & O'Neill, 2016, p. 836). Os demais seis indicadores utilizados no estudo são referentes ao conceito de economia de estado estacionário. Os indicadores de estoque físico são a taxa de crescimento da população humana, a taxa de crescimento da população de gado e a taxa de crescimento do estoque de capital líquido. Os que se referem ao consumo agregado de recursos são a taxa de crescimento da pegada material, a taxa de crescimento da pegada hídrica e a taxa de crescimento da pegada energética.

Já no estudo de O'Neill, Fanning, Lamb e Steinberger (2018), são definidos sete indicadores biofísicos relativos às fronteiras planetárias, os quais: emissões de CO<sub>2</sub>; fósforo; nitrogênio; pegada hídrica; eHANPP (que é definido como o consumo doméstico de biomassa de um país); pegada ecológica; e, pegada material. O objetivo desse conjunto de indicadores é mensurar o progresso dos países em direção a uma economia de estado estacionário. Ou seja, por meio desses indicadores, é possível mensurar o consumo relativo às sete fronteiras planetárias quantificadas e determinar se algum país está, ou não, ultrapassando um ou mais limites e quais são esses. Ainda, os autores definem mais 11 indicadores que correspondem a dimensão social da economia de estado estacionário. Esses indicadores não serão discutidos, uma vez que correspondem a políticas públicas. No entanto, para um aprofundamento dos indicadores da dimensão social da economia de estado estacionário e como elas interagem com as fronteiras planetárias, recomenda-se a leitura do artigo de O'Neill et al. (2018). Ademais, para um maior entendimento da dimensão social na abordagem das fronteiras planetárias, Steffen & Smith (2013) apresentam uma discussão preliminar da necessidade de se considerar a equidade social em relação ao acesso a recursos e serviços ecossistêmicos em busca de uma “base sinérgica e poderosa para trabalhar em direção à sustentabilidade global” (p. 404).

No estudo de Parsanova e Machar (2021), os autores abordam um novo método de conceituação dos limites biofísicos nacionais para as fronteiras planetárias na perspectiva global para emissões de CO<sub>2</sub>. Os limites “são definidos usando o modelo ajustado pelo PIB que representa um mecanismo de distribuição de emissões de CO<sub>2</sub> inovador e mais justo.” (Parsanova & Machar, 2021, p.1). O modelo baseia-se no princípio de equidade e “distribui o restante do orçamento global de emissões aos países com base em sua população passada, atual e futura; emissões passadas; e estado atual de desenvolvimento econômico. (Parsanova & Machar, 2021, p.1). Em um outro estudo focado na fronteira planetária do uso de água doce, Zipper et al. (2020) discutem os desafios de *downscaling* dos limites globais para as “escalas regionais e locais em que os problemas e a gestão da água normalmente ocorrem” (p. 1). Ambos os estudos apresentam uma estratégia ascendente semelhante, ao definir um *budget* (Parsanova & Machar, 2021) ou uma cota justa (Zipper et al., 2020) que delimita a fronteira planetária ao nível de análise desejado. A abordagem utilizada fornece uma ferramenta que possibilita a avaliação da gestão dos limites biofísicos

definidos para as fronteiras planetárias, “especialmente através da quantificação dos impactos ambientais externalizados por meio de métodos baseados no consumo” (Zipper et al., 2020, p. 11).

“O uso eficaz das fronteiras planetárias pode informar os tomadores de decisões ao nível empresarial, destacando a interdependência entre a atividade econômica e a sustentabilidade global” (Zipper et al., 2020, p. 12). “Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável está amplamente associado ao desenvolvimento biosférico da humanidade” (Ursul et al., 2018, p. 45). Para Robèrt et al. (2013), as fronteiras planetárias devem se aliar a outros esforços sustentáveis a fim de reforçar as ações estratégicas concretas. Para os autores, a tomada de decisão não se dá no nível das fronteiras planetárias, mas sim no nível individual de decisão; seja esse de um governo, uma sociedade, uma empresa ou um ser humano, o qual é metaforicamente descrito por eles como um processo de tomada de decisão em funil (Robèrt et al., 2013). “A abordagem das fronteiras planetárias deve abordar o ator individual de forma adequada para ser eficaz” (Robèrt et al., 2013, p. 8) e assegurar a efetividade das fronteiras locais e regionais (Robèrt et al., 2013). Ainda, combinado com esforços sustentáveis, as fronteiras planetárias podem fornecer uma visão cada vez maior de priorização de ações para organizações individuais assegurando que essas “estão se movendo estrategicamente em uma direção sustentável” (Robèrt et al., 2013, p. 8).

No nível corporativo, observa-se um interesse emergente na busca pela integração das fronteiras planetárias a fim de avaliar o desempenho absoluto das operações corporativas devido à pressão de acionistas e investidores (Sabag-Muñoz & Gladek, 2017). A lógica intuitiva por trás dessa busca aponta para uma liderança pragmática, que olha “para a promessa de melhores resultados financeiros no futuro, mas também considerando os lucros de curto prazo projetados de uma forma que abre o potencial para lucros de longo prazo” (Robèrt et al., 2013, p. 4). Ou seja, “o pensamento estratégico de sustentabilidade pode servir como um impulsionador para que as empresas reduzam seu impacto planetário enquanto se esforçam para ser competitivas” (Robèrt et al., 2013, p. 4).

“O conceito de fronteiras planetárias nos desafia a repensar as abordagens de gestão para a sustentabilidade corporativa e desencadeia uma mudança de

noções vagas de sustentabilidade para uma investigação sistêmica de como as empresas e indústrias contribuem para a degradação dos nove processos de fronteiras específicos em diferentes escalas focais.” (Whiteman et al., 2013, p. 324).

Para tanto, é fundamental que se identifique quais fronteiras planetárias são impactadas pelas ações corporativas (Whiteman et al., 2013). “Também é tentador sugerir que as empresas precisam determinar sua ‘parcela justa’ dos problemas planetários e definir metas individuais para redução e ação em relação a esses” (Whiteman et al., 2013, p. 328).

“Diversas empresas estão explorando maneiras de implementar a estrutura de fronteiras planetárias, indicando os benefícios econômicos potenciais dessa estrutura sob uma perspectiva comercial” (Zipper et al., 2020, p. 13; Whiteman et al., 2013). No estudo de Li, Wiedmann, Fang e Hadjikakou (2021), os autores apresentam um breve mapeamento de ações corporativas fundamentadas no conceito de fronteiras planetárias. O primeiro exemplo apresentado pelos autores trata do estudo do Instituto de Liderança em Sustentabilidade da Universidade de Cambridge (*University of Cambridge Institut for Sustainability Leadership - CISL*) em conjunto com o Grupo Kering, responsável pelo gerenciamento de renomadas marcas da indústria de *haute couture* e *luxury fashion* (as quais: Gucci, Saint Laurent, Bottega Veneta, Balenciaga, Alexander McQueen, entre outras). O estudo defende a responsabilidade das empresas em restaurar proativamente o funcionamento ambiental local, respeitando as fronteiras locais, ao invés de avaliar sua alocação justa das fronteiras planetárias no nível global (CISL, 2019). O segundo exemplo refere-se ao estudo de Vargas-Gonzalez et al. (2019), que explora o caso da L’Oreal ao apresentar a integração da avaliação do ciclo de vida (LCA, na sigla em inglês) com as fronteiras planetárias a fim de “orientar os tomadores de decisão para a priorização de estratégias ambientais” (Vargas-Gonzalez et al., 2019, p. 7). Os três últimos exemplos apresentados por Li et al. (2021) são referentes ao setor de bens de consumo alimentício, discutindo as iniciativas das empresas Alpro (Danone), Mars e Unilever. Tanto a Alpro quanto a Mars definem limites de uso de água doce e de emissão de CO<sub>2</sub> de acordo com as diretrizes do conceito de fronteiras planetárias (Alpro, 2018; Sabag-Muñoz & Gladek, 2017). A Unilever, por sua vez, explora os desafios da aplicação de três fronteiras planetárias,

as quais: uso da terra, integridade da biodiversidade e uso da água doce (Clift et al., 2017).

Diferentemente dos exemplos anteriores, que utilizam o conceito de fronteiras planetárias como instrumento de definição de metas, a empresa sueca Houdini de equipamentos para uso ao ar livre buscou mapear, em estudo piloto, seu impacto e contribuições para as nove fronteiras planetárias definidas por Rockström et al. (2009a) (Houdini, 2018). “Nesta primeira análise das fronteiras planetárias, [a empresa se concentrou] nas matéria-prima e produção de fibras, tentando avaliar se as fibras são obtidas e produzidas de forma sustentável” (Houdini, 2018, p. 52).

“[D]e uma perspectiva de fronteiras planetárias, é promissor que a Houdini está cada vez mais implementando abordagens de ciclo de vida circulares, visto que tendem a ter um efeito positivo geral, diminuindo o impacto da empresa em mais ou menos todas as fronteiras planetárias.” (Houdini, 2018, p. 56).

Sendo a Houdini o primeiro estudo desse tipo, evidenciou-se que existem desafios na aplicação do conceito de fronteiras planetárias ao nível empresarial, principalmente no que se refere a confiabilidade dos dados.

No estudo de Clift et al. (2017), foram identificados, de acordo com a literatura acadêmica levantada pelos autores, três principais desafios da aplicação do conceito de fronteiras planetárias ao nível empresarial.

“[P]rimeiro, a identificação de limiares ou fronteiras com métricas associadas para diferentes escalas geográficas; em segundo lugar, a necessidade de enquadrar abordagens para alocar parcelas justas no ‘espaço operacional seguro’ delimitado pelas fronteiras planetárias em toda a cadeia de valor; e terceiro, a necessidade de organismos internacionais coordenarem a implementação das medidas necessárias para respeitar as fronteiras planetárias” (Clift et al., 2017, p. 2).

Tais desafios são entendidos, pelos autores, como oportunidades para o aprofundamento da aplicação do conceito de fronteiras planetárias, uma vez que permitem:

“(i) o desenvolvimento de um sistema comum de métricas que pode ser aplicado de forma consistente em diferentes escalas; (ii) definir medidas de 'distância do limite' que podem ser aplicadas em diferentes escalas; (iii) o desenvolvimento de bancos de dados e modelos globais, de preferência de código aberto; e (iv) o avanço da compreensão das interações entre as diferentes fronteiras planetárias.” (Clift et al., 2017, p. 2).

Ainda, os autores reforçam que para enfrentar os desafios científicos e técnicos na operacionalização das fronteiras planetárias ao nível empresarial é necessário que as ações sejam complementadas com o avanço de questões éticas e de equidade na alocação de espaço operacional seguro entre empresas e setores (Clift et al., 2017).

No entanto, mesmo diante dos desafios apresentados, o setor energético se apresenta como líder nas ações de implementação das fronteiras planetárias, principalmente no que se refere à fronteira planetária de mudanças climáticas (Li et al., 2021). O estudo de Algunaibet et al. (2019) apresenta uma abordagem para auxiliar na definição de uma combinação de matriz energética sustentável nos Estados Unidos com base no conceito de fronteiras planetárias. Os autores apontam que ainda não se tem uma combinação de energias sustentáveis que atenderiam à meta de 2°C do Acordo de Paris e que, ao mesmo tempo, não transgrediria as fronteiras planetárias (Algunaibet et al., 2019). Por outro lado, o estudo ressalta que possíveis interações entre diferentes setores possibilitariam um melhor resultado do setor de energia sustentável, uma vez que as fronteiras planetárias são interdependentes e um melhor desempenho de um determinado setor em relação a uma fronteira planetária recompensaria a transgressão de outro setor na mesma fronteira (Algunaibet et al., 2019). Corroborando com a lógica apresentada por Algunaibet et al. (2019), o estudo de Galán-Martín et al. (2021) aponta o setor petroquímico como um dos principais setores na busca de redução de emissões de CO<sub>2</sub>, a fim de aplacar as mudanças climáticas, e de adequação ao conceito de fronteiras planetárias.

A Tabela 3, a seguir, apresenta o quadro-resumo das principais contribuições/tópicos discutidos ao longo da subseção relativa às fronteiras planetárias.



**Tabela 3***Síntese da Base Teórica de Fronteiras Planetárias*

<b>Autor(es)</b>	<b>Contribuição / Tópico Discutido</b>
Algunaibet et al. (2019)	Apresenta uma abordagem para auxiliar na definição de uma combinação de energia sustentável com base no conceito de fronteiras planetárias.
Biermann (2012)	Discute o valor do conceito de fronteiras planetárias da perspectiva da pesquisa de governança do sistema terrestre.
Brown (2017)	Analisa o pensamento recente e debates sobre os limites biofísicos para as atividades humanas e, particularmente, o conceito de fronteiras planetárias. E examina a base científica do conceito de fronteiras planetárias e suas reivindicações de inovação, e a atualização mais recente da proposição e análise original.
Clift et al. (2017)	Analisa a literatura recente e destacar três grandes desafios científicos e técnicos na operacionalização da abordagem de fronteiras planetárias na tomada de decisão empresarial.
Dao et al. (2018)	Propõe uma metodologia para aplicar o conceito de fronteiras planetárias em nível nacional.
Downing et al. (2019)	Analisa o desenvolvimento e os usos das fronteiras planetárias a fim de determinar como o conceito está sendo aplicado, com um foco particular nas dimensões humanas ausentes.
Galán-Martín et al. (2021)	Avalia o impacto da transição de fontes fósseis para matérias-primas de carbono renováveis na indústria petroquímica em relação às nove fronteiras planetárias.
Galaz et al. (2012)	Explora uma gama de diferentes abordagens teóricas e casos empíricos para a análise dos desafios de governança multinível associados às fronteiras planetárias.
Häyhä et al. (2016)	Desenvolve uma estrutura que aborda as dimensões biofísicas, socioeconômicas e éticas entre escalas, para fornecer uma abordagem aplicável de forma consistente para traduzir as fronteiras planetárias em cotas justas de nível nacional do espaço operacional seguro da Terra.
Li et al. (2021)	Argumenta que as fronteiras planetárias devem estar ligadas ao consumo humano como o principal <i>drive</i> socioeconômico e que as preocupações planetárias só podem ser tratadas por meio de uma perspectiva holística que englobe as associações atmosféricas remotas globais.
Lucas et al. (2020)	Apresenta uma redução da escala de fronteiras planetárias selecionadas para o nível nacional, com base em diferentes perspectivas sobre justiça distributiva.
Muñoz e Gladek (2017)	Mapeia e analisa diferentes abordagens existentes que consideram o sistema terrestre, identificando lacunas científicas e caminhos necessários para um maior desenvolvimento.
Nykvist et al. (2013)	Testa se o conceito de fronteiras planetárias, conforme definido por Rockström et al. (2009), pode refletir a dimensão internacional dos objetivos nacionais de qualidade ambiental da Suécia. Desenvolve uma metodologia para reduzir os valores de nível planetário para valores nacionalmente relevantes e identifica séries de dados apropriadas que consideram o desempenho territorial e de consumo.
Parsanova e Machar (2021)	Apresenta um novo método para abordar a necessidade crescente de conceituar os limites ambientais nacionais das fronteiras planetárias na perspectiva global.

Robèrt et al. (2013)	Aplica o conceito de desenvolvimento estratégico sustentável a fim de melhorar e informar a abordagem das fronteiras planetárias.
Rockström et al. (2009a)	Apresenta uma nova abordagem para a sustentabilidade global na qual são definidas as fronteiras planetárias dentro das quais se espera que a humanidade possa operar com segurança.
Steffen e Smith (2013)	Apresenta o acoplamento de considerações de equidade social em relação ao acesso a recursos e serviços ecossistêmicos às fronteiras planetárias o que constrói uma base sinérgica e poderosa para trabalhar em direção à sustentabilidade global.
Steffen et al. (2015)	Apresenta uma revisão e atualização da estrutura de fronteiras planetárias apresentadas no estudo de Rockström et al. (2015), com foco na ciência biofísica subjacente.
Ursul et al. (2018)	Discute o conceito de fronteiras planetárias como sendo a base natural sobre a qual o desenvolvimento sustentável deve ser realizado como um desdobramento sucessivo de um novo processo sócio-natural.
Vargas-Gonzalez et al. (2019)	Fornece uma nova lista de fatores de ponderação cobrindo todas as categorias de impacto na metodologia de avaliação de impacto da Comissão Europeia juntamente com os conceitos de fronteiras planetárias. Testada os achados em um estudo de caso na empresa de cosméticos L'Oréal.
Whiteman et al. (2013)	Argumenta a necessidade de estudos de sustentabilidade corporativa reconsiderarem os fundamentos ecológicos e sistêmicos da sustentabilidade, integrando as ciências naturais por meio do delineamento das nove fronteiras planetárias.
Zipper et al. (2020)	Desenvolve uma abordagem em escala cruzada pela qual a fronteira planetária de uso de água doce poderia guiar a gestão e governança sustentável da água em contextos subglobais definidos por características físicas (por exemplo, bacia hidrográfica ou aquífero), fronteiras políticas (por exemplo, cidade, nação ou grupo de nações), ou entidades comerciais (por exemplo, corporação, grupo comercial ou instituição financeira).

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3. MÉTODOS

Nessa seção é apresentada a abordagem metodológica que foi utilizada no presente estudo. É apresentado, também, o modelo conceitual de pesquisa, assim como seu detalhamento, pressuposto e variáveis estudadas. Em seguida são definidas as hipóteses desse estudo. Ainda, são discutidas a coleta de dados e as técnicas de análise que foram utilizadas. Ao final da seção é apresentada a compilação dos objetivos geral e específicos, o referencial teórico, as hipóteses e as técnicas de análise na forma de uma matriz de amarração (Telles, 2001; Mazzon, 2018).

O objetivo geral desse estudo é mensurar a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias afetadas pela operação de extração de óleo e gás das empresas no segmento de *upstream*. Buscando alcançar esse objetivo, foi utilizada uma abordagem de caráter quantitativa exploratória (de Souza Bido et al., 2010), baseada em técnica de análise de modelagem de equações estruturais, a qual é explorada detalhadamente ao final dessa seção. Essa abordagem se justifica, pois, por meio de técnicas estatísticas é possível “procurar relações entre atributos” (Somekh & Lewin, 2005, p. 215), o que cumpriria o objetivo proposto. Ainda, de acordo com o referencial teórico levantado, a própria aplicação dos conceitos estudados de desempenho de gestão ambiental e fronteiras planetárias aponta para uma abordagem quantitativa.

#### 3.1. Modelo Conceitual de Pesquisa

Buscando mensurar a relação entre o desempenho de gestão ambiental e as fronteiras planetárias, identificou-se o conceito de desempenho ambiental corporativo como um possível constructo que ilustre essa relação. Isso, pois, esse constructo permite viabilizar um maior alinhamento entre as ações empresariais e as questões urgentes do planeta que garantem recursos para as próximas gerações (Hart, 1997). O que, por sua vez, pode possibilitar um maior alinhamento entre as estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável e as estratégias ambientais empresariais (Kolk & Levy, 2001; Lenssen et al., 2012).

Dentre os diferentes modelos de desempenho ambiental corporativo apresentados na literatura acadêmica, optou-se pela utilização do modelo apresentado por Trumpp et al. (2015). A definição por esse modelo se deu, pois, o modelo, baseado no

apresentado por Xie & Hayase (2007), apresenta duas dimensões: desempenho de gestão ambiental e desempenho operacional ambiental. Dado que o objetivo do presente estudo está relacionado à mensuração da contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias, faz-se uso apenas da interdependência entre as dimensões de desempenho de gestão ambiental e desempenho operacional ambiental propostos pelo conceito de desempenho ambiental corporativo (Xie & Hayase, 2007), o qual não é objeto de estudo dessa pesquisa. Logo, entende-se que a estrutura do modelo de Trumpp et al. (2015) seja suficiente para estudar a associação entre o desempenho de gestão ambiental e as fronteiras planetárias e assim mensurá-la. Para tanto, propõe-se que a dimensão de desempenho de gestão ambiental seja utilizada de acordo com a própria definição proposta por Trumpp et al. (2015, p. 6), a qual a define como as “atividades de gestão em relação ao ambiente natural”. A dimensão de desempenho de gestão ambiental é formada por cinco subdimensões, de acordo com Trumpp et al. (2015) e Xie e Hayase (2007), os quais: política ambiental, objetivos ambientais, processos ambientais, estrutura organizacional e monitoramento ambiental. Cada uma das subdimensões é composta por um conjunto de indicadores que são detalhados na subseção 3.1.1..

Já em relação a dimensão de desempenho operacional ambiental, propõem-se que esse seja substituído pelas fronteiras planetárias. Isso, porque: (i) o desempenho operacional ambiental é o “resultado das atividades de gestão de uma empresa em relação ao ambiente natural” (Trumpp et al., 2015, p. 6); (ii) o desempenho operacional ambiental não apresenta indicadores específicos (Trumpp et al., 2015); (iii) os indicadores de desempenho operacional ambiental devem ser definidos de acordo com o setor (Xie & Hayase, 2007; Trumpp et al., 2015; Bhattacharyya & Cummings, 2015); e (iv) indicadores de desempenho operacional ambiental “estão intimamente relacionados à ocorrência de impactos ambientais” (Schultze & Trommer, 2012, p. 377). Ou seja, pela perspectiva das fronteiras planetárias, o desempenho operacional ambiental de uma empresa deveria estar contido dentro dos limites biofísicos das fronteiras planetárias. Assim, propõem-se a utilização das fronteiras planetárias relativas ao setor de óleo e gás como forma de mensuração do desempenho operacional ambiental das empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*.

Das nove fronteiras planetárias propostas por Rockström et al. (2009a), considerando suas quantificações e operacionalização, identificou-se que o setor de óleo e gás afeta direta e principalmente as fronteiras de mudanças climáticas e uso de água doce (Galán-Martín et al., 2021). A determinação por essas fronteiras planetárias, se deu, pois, de acordo com as quantificações apresentadas por Rockström et al. (2009a) e detalhadas na seção 2.3. desse estudo, as operações do segmento de *upstream* do setor de óleo e gás contribuem para a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera e para o consumo de água doce. Essas quantificações são referentes às fronteiras planetárias de mudanças climáticas e uso de água doce (Rockström et al., 2009a; Steffen et al., 2015). Além disso, a fácil correspondência dessas fronteiras planetárias para indicadores-chave que refletem aspectos ambientais específicos das empresas atuantes no setor de óleo e gás no segmento de *upstream* (Trumpp et al., 2015) as torna ideais para os fins de análise propostos por esse estudo. Ainda, as fronteiras planetárias determinadas permitem que se determine uma “parcela justa” para cada empresa no que diz respeito aos limites biofísicos propostos pelas fronteiras planetárias (Whiteman et al., 2013) conforme é detalhado no pressuposto do modelo proposto na subseção 3.4.. Também, sob uma perspectiva empresarial, essas fronteiras planetárias permitem que se defina metas e ação em relação a elas (Whiteman et al., 2013).

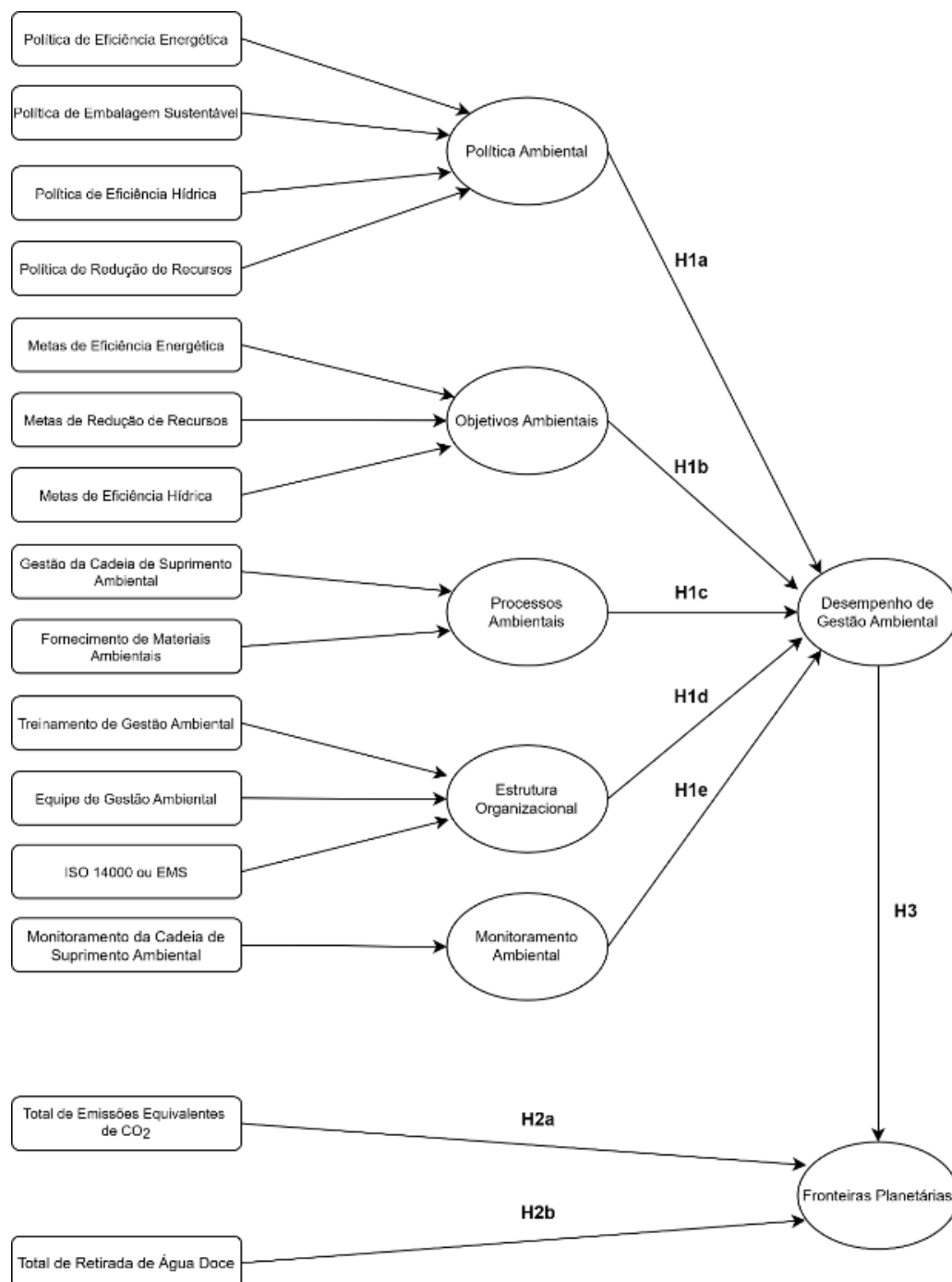
Claramente, poder-se-ia considerar a fronteiras planetária de integridade de biodiversidade (quantificada pela taxa de extinções por milhão de espécies) e a fronteira planetária de poluição química como também afetadas pelas operações do setor de óleo e gás. No entanto, a primeira não diz respeito ao segmento de *upstream* (exploração de óleo e gás), mas ao segmento de *midstream*, responsável pelo transporte e armazenamento do óleo e gás explorados, e no qual os acidentes de derramamento de óleo costumam causar danos à biodiversidade (Helle, Jolma & Venesjärvi, 2016). Ainda, de acordo com Lewis e Sauzier (2020), os efeitos ecológicos dos derramamentos de óleo não são bem estudados, o que dificulta a análise da taxa de extinções por milhão de espécies. Dessa forma, a fronteira planetária de integridade de biodiversidade não é objeto de análise desse estudo. Já em relação à fronteira planetária de poluição química, essa ainda não foi quantificada (Rockström et al., 2009a; Steffen et al., 2015), impossibilitando sua análise. As demais fronteiras planetárias não são afetadas diretamente pelas operações do segmento de *upstream*

do setor de óleo e gás de acordo com as quantificações apresentadas por Rockström et al. (2009a) e assim não foram consideradas para análise.

A Figura 3 apresenta o modelo conceitual proposto para esse estudo.

**Figura 3**

*Modelo Conceitual de Pesquisa*



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Trumpp et al. (2015) e baseado em Rockström et al. (2009a) e Steffen et al. (2015).

### 3.1.1. Definição dos Indicadores

A definição dos indicadores de desempenho de gestão ambiental se deu baseada em estudo prévio de Trumpp et al. (2015), no qual os autores apresentam um conjunto de 30 indicadores, provenientes do banco de dados do ASSET4, distribuídos entre as cinco subdimensões. No decorrer dos mais de 7 anos que separam o estudo de Trumpp et al. (2015) do presente estudo, o banco de dados do ASSET4 sofreu modificações, nas quais houve a descontinuidade de alguns indicadores, a atualizações de outros ou a inserção de novos indicadores. Dessa forma, visando replicar os indicadores utilizados por Trumpp et al. (2015) para a mensuração do desempenho de gestão ambiental, realizou-se um trabalho de comparação entre os 30 indicadores utilizados e os atuais indicadores disponibilizados a fim de identificar quais poderiam ser utilizados no presente estudo. Dos 30 indicadores utilizados por Trumpp et al. (2015), apenas 13 continuam ativos no banco de dados do ASSET4. A comparação detalhada encontra-se no Apêndice A, assim como a descrição fornecida pelo Refinitiv Datastream ESG Glossary (2020) referente ao banco de dados do ASSET4. A Tabela 4 apresenta os indicadores selecionados para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.

**Tabela 4**

*Indicadores Selecionados de Desempenho de Gestão Ambiental*

Dimensão	Subdimensão	Título	Referência
<b>Desempenho de Gestão Ambiental</b>	Política Ambiental	Política de Eficiência Energética	Trumpp et al. (2015)
		Política de Embalagem Sustentável	
		Política de Eficiência Hídrica	
		Política de Redução de Recursos	
	Objetivos Ambientais	Metas de Eficiência Energética	
		Metas de Redução de Recursos	
		Metas de Eficiência Hídrica	
	Processos Ambientais	Gestão da Cadeia de Suprimento Ambiental	
		Fornecimento de Materiais Ambientais	
	Estrutura Organizacional	Treinamento de Gestão Ambiental	
		Equipe de Gestão Ambiental	
		ISO 14000 ou EMS	
	Monitoramento Ambiental	Monitoramento da Cadeia de Suprimento Ambiental	

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Trumpp et al. (2015) e adaptado do Refinitiv Datastream ESG Glossary (2019).

No que diz respeito aos limites biofísicos propostos pelas fronteiras planetárias, “uma abordagem abrangente, que cobriria todos os aspectos ambientais das atividades de

uma empresa, é virtualmente impossível” (Trumpp et al., 2015, p. 8). Assim, propõem-se que se limite os indicadores a uma série de indicadores-chave (Trumpp et al., 2015). No estudo de Nykvist et al. (2013), os autores reconhecem que não é necessário um amplo conjunto de indicadores relativos às fronteiras planetárias, mas é necessário que os indicadores correspondam à variável que se deseja analisar. E, ainda, considerando que esses indicadores são de desempenho ambiental, entende-se que esses devem retratar as características do setor, assim como do contexto em que a empresa se encontra, conforme exposto por Hourneaux Junior et al. (2014), Goldstein et al. (2011), Xie e Hayase (2007), Trumpp et al. (2015), e Bhattacharyya e Cummings (2015). Portanto, levando-se em consideração que apenas as fronteiras planetárias de mudanças climáticas e uso de água doce estão sob análise e os indicadores disponibilizados pelo banco de dados do ASSET4, identificou-se que apenas dois indicadores refletem as características e contexto do setor de óleo e gás dentro do espectro dessas fronteiras de acordo com Rockström et al. (2009a) e Steffen et al. (2015), os quais: total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> e total de retirada de água doce. A Tabela 5 detalha os indicadores selecionados referentes às fronteiras planetárias.

**Tabela 5**

*Indicador Selecionado de Fronteiras Planetárias*

Dimensão	Fronteira	Título	Referência
Fronteiras Planetárias	Mudanças Climáticas	Total de Emissões Equivalentes de CO <sub>2</sub>	Rockström et al. (2009a) e Steffen et al. (2015)
	Uso de Água Doce	Total de Retirada de Água Doce	Rockström et al. (2009a) e Steffen et al. (2015)

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Rockström et al. (2009a) e Steffen et al. (2015), e adaptado do Refinitiv Datastream ESG Glossary (2019).

### 3.2. Hipóteses

Baseado no modelo conceitual de pesquisa proposto, apresentado na Figura 3, e na pergunta de pesquisa que orienta esse estudo (***Qual é a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias?***) suscitaram-se oito hipóteses de estudo.



Primeiramente, foi necessário testar a contribuição de cada um dos parâmetros de análise do modelo conceitual proposto. Logo foram formuladas as seguintes hipóteses:

*Hipótese de Estudo 1a: A política ambiental contribui para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.*

*Hipótese de Estudo 1b: Os objetivos ambientais contribuem para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.*

*Hipótese de Estudo 1c: Os processos ambientais contribuem para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.*

*Hipótese de Estudo 1d: A estrutura organizacional contribui para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.*

*Hipótese de Estudo 1e: O monitoramento ambiental contribui para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.*

*Hipótese de Estudo 2a: O total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> contribui para a mensuração das fronteiras planetárias.*

*Hipótese de Estudo 2b: O total de retirada de água doce contribui para a mensuração das fronteiras planetárias.*

A hipótese 3 diz respeito à contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias. De acordo com a literatura levantada, entende-se que a adoção proativa de gestão ambiental (Khanna & Speir, 2013; Singh et al., 2014; Bansal et al. 2020) gera benefícios ambientais positivos (Pinto et al, 2018), os quais reduzem o impacto empresarial no ambiente natural (Hardcopf et al., 2019; Yu & Ramanathan, 2016) ao mesmo tempo em que reduzem a entrada de capital natural como meio de produção (Lucas, 2010).

Em contrapartida, pela perspectiva das fronteiras planetárias, e baseado no referencial teórico apresentado, entende-se que devido ao fato de as decisões relativas ao desempenho de gestão ambiental serem tomadas, em sua maioria, no nível empresarial (Häyhä et al., 2016), o uso eficaz das fronteiras planetárias, como indicador estratégico para a sustentabilidade (Robèrt et al, 2013), pode auxiliar na tomada de decisões das empresas (Zipper et al, 2020; Robèrt et al, 2013). Além de as fronteiras planetárias auxiliarem na mensuração do impacto empresarial no meio ambiente e na definição de metas empresariais para a redução desse impacto (Whiteman et al., 2013). Ainda, entende-se que, por haver uma interdependência entre o desempenho de gestão ambiental e os resultados obtidos dessa gestão, os quais Xie e Hayase (2007) e Trumpp et al. (2015) denominam desempenho operacional ambiental, a proposta da terceira hipótese busca replicar essa relação de interdependência retratada na literatura acadêmica.

Logo, como resultado, a seguinte hipótese de estudo é proposta:

*Hipótese de Estudo 3: O desempenho de gestão ambiental exerce uma contribuição positiva e forte para as fronteiras planetárias.*

### **3.3. Coleta de Dados**

#### *3.3.1. Base de Dados Refinitiv Eikon Datastream ASSET4 ESG*

A coleta de dados se deu por meio de levantamento de dados secundários. O universo de pesquisa se caracteriza por empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* que divulguem publicamente suas informações gerenciais e operacionais. O banco de dados que será utilizado é o ASSET4 ESG provido pela Refinitiv Eikon Datastream – antes parte da Thomson Reuters (até meados de 2018) e, atualmente, gerido pelo LSEG (*London Stock Exchange Group*). O banco de dados do ASSET4 ESG fornece dados de mais de 9.000 empresas, distribuídas globalmente em 76 países. O banco de dados abrange mais de 18 anos de dados históricos de empresas ativas e inativas. Ainda, é composto por 495 indicadores relativos ao ESG, divididos nas respectivas categorias: *Environmental*, *Social* e *Governance*. No que se refere ao universo desse estudo (empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* que divulguem suas informações no bando de dados do ASSET4 ESG), estima-se que

existam mais de 140 empresas que se enquadram nessas características no banco de dados.

O ASSET4 é considerado um banco de dados líder mundial no que se refere a informações relativas ao chamado ESG (Escrig-Olmedo et al., 2017; Trumpp et al. 2015). Até onde se sabe, esse banco de dados é o único a disponibilizar dados ambientais não agregados e, também, dados de *disclosure* ambiental (Trumpp et al., 2015). Ainda, o ASSET4 ESG já foi utilizado em estudos anteriores, como, por exemplo, Trumpp et al., (2015); Escrig-Olmedo et al. (2017); Ziegler, Busch e Hoffmann (2011); Semenova (2010); Hartmann e Uhlenbruck (2015); Hardcopf et al. (2021); Aouadi e Marsat (2018); Garcia e Orsato (2020); Sassen, Hinze e Hardeck (2016); Cheng, Ioannou e Serafeim (2014); e Garcia, Mendes-Da-Silva e Orsato (2017).

### 3.3.2. *Dados Coletados*

Conforme discutido no subtópico 3.1.1. dessa seção, foram selecionados um total de 15 indicadores, sendo 13 relativos à dimensão de desempenho de gestão ambiental e dois relativos às fronteiras planetárias. Assim, a Tabela 6 apresenta um resumo de todas as variáveis independentes coletadas que foram estudadas.

Ainda, por se tratar de um modelo formativo de segunda ordem no que tange o desempenho de gestão ambiental, os valores referentes aos cinco constructos de primeira ordem (política ambiental, objetivos ambientais, processos ambientais, estrutura organizacional e monitoramento ambiental) e ao próprio constructo de segunda ordem de desempenho de gestão ambiental, foram calculados e apresentados na seção 4 de Resultados desse estudo. Em outras palavras, foi realizada a mensuração dos construtos latentes (desempenho de gestão ambiental, política ambiental, objetivos ambientais, processos ambientais, estrutura organizacional e monitoramento ambiental) a partir das variáveis observadas (política de eficiência energética, política de embalagem sustentável, política de eficiência hídrica, política de redução de recursos, metas de eficiência energética, metas de redução de recursos, metas de eficiência hídrica, gestão da cadeia de suprimento ambiental, fornecimento de materiais ambientais, treinamento de gestão ambiental, equipe de gestão ambiental, ISO 14000 ou EMS, e monitoramento da cadeia de

suprimento ambiental) (Neves, 2018). Para então se calcular o valor de desempenho de gestão ambiental.

Já no que diz respeito às fronteiras planetárias, também não foi necessário a coleta de dados, uma vez que o valor referente a esse constructo também foi calculado de acordo com as variáveis observadas de total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> e de total de retirada de água doce. Novamente, os detalhes quanto ao cálculo dos valores referentes às fronteiras planetárias foram detalhados na seção 4 de Resultados desse estudo.

Tabela 6

## Resumo Detalhado das Variáveis do Modelo Proposto

Constructo de 2ª Ordem	Constructo de 1ª Ordem	Indicadores (VI)	Descrição	Fonte	Característica do Dado	Referência
Desempenho de Gestão Ambiental	Política Ambiental	Política de Eficiência Energética	A empresa possui política para melhorar sua eficiência energética? - No escopo estão as várias formas de processos / mecanismos / procedimentos para melhorar o uso de energia em operação de forma eficiente. - Sistema ou um conjunto de processos formais documentados para o uso eficiente de energia e impulsionando a melhoria contínua	Refinitv Eikon	Catégorico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
		Política de Embalagem Sustentável	A empresa possui política para aprimorar o uso de embalagens sustentáveis? - Descrição dos processos / procedimentos utilizados como embalagens sustentáveis ou para reduzir o uso de embalagens para produtos pela empresa - Informações sobre embalagens ecológicas (eficientes em termos de recursos e energia) - Embalagens verdes, embalagens retornáveis, embalagens biodegradáveis	Refinitv Eikon	Catégorico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
		Política de Eficiência Hídrica	A empresa possui política para melhorar a eficiência hídrica? - No escopo estão as várias formas de processos / mecanismos / procedimentos para melhorar o uso da água na operação de forma eficiente - Sistema ou um conjunto de processos formais documentados para o uso eficiente de água e impulsionando a melhoria contínua	Refinitv Eikon	Catégorico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
	Objetivos Ambientais	Política de Redução de Recursos	A empresa possui política de redução do uso de recursos naturais ou de impacto ambiental em sua cadeia de suprimentos?	Refinitv Eikon	Catégorico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
		Metas de Eficiência Energética	A empresa estabeleceu metas ou objetivos a serem alcançados em eficiência energética? - No escopo, são as metas de redução de curto ou longo prazo a serem alcançadas com o uso eficiente de energia das operações dos negócios	Refinitv Eikon	Catégorico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
		Metas de Redução de Recursos	A empresa define objetivos específicos a serem alcançados na eficiência de recursos?	Refinitv Eikon	Catégorico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
		Metas de Eficiência Hídrica	A empresa estabelece metas ou objetivos a serem alcançados em termos de eficiência hídrica? - No escopo, são as metas de redução de curto ou longo prazo a serem alcançadas com o uso eficiente da água nas operações dos negócios	Refinitv Eikon	Catégorico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
	Processos Ambientais	Gestão da Cadeia de Suprimento Ambiental	A empresa utiliza critérios ambientais (ISO 14000, consumo de energia, etc.) no processo de seleção de seus fornecedores ou parceiros terceirizados? - Os dados também podem ser sobre fornecedores existentes que foram selecionados usando alguns critérios ambientais	Refinitv Eikon	Catégorico não ordenado	Trumpp et al. (2015)

	Fornecimento de Materiais Ambientais	A empresa afirma usar critérios ambientais (por exemplo, avaliação do ciclo de vida) para obter ou eliminar materiais?	Refinitv Eikon	Catagórico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
	Treinamento de Gestão Ambiental	A empresa treina seus funcionários em questões ambientais? - Treinamento relacionado ao meio ambiente (redução de recursos e redução de emissões) para funcionários, fornecido pela empresa ou por treinadores externos - Em foco, inclui o treinamento do código de conduta abrangendo os aspectos ambientais	Refinitv Eikon	Catagórico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
Estrutura Organizacional	Equipe de Gestão Ambiental	A empresa possui equipe de gestão ambiental? - No escopo estão qualquer equipe que desempenhe as funções dedicadas às questões ambientais - Um indivíduo ou equipe em qualquer nível composta por funcionários, mesmo que o nome da equipe seja diferente, realizando a implementação da estratégia ambiental - É importante entender que os membros da equipe incluem funcionários da empresa, que estão operando no dia a dia e não são dos Comitês de Conselho (diretores)	Refinitv Eikon	Catagórico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
	ISO 14000 ou EMS	A empresa afirma ter uma certificação ISO 14000 ou EMS? - Qualquer local individual que tenha a certificação ISO-14001 é uma informação qualificada - Apenas declarar a adesão à ISO 14000 ou seguir as políticas da ISO 14000 não se qualifica, a certificação é necessária	Refinitv Eikon	Catagórico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
Monitoramento Ambiental	Monitoramento da Cadeia de Suprimento Ambiental	A empresa realiza pesquisas de desempenho ambiental de seus fornecedores? - Qualquer evidência de que a empresa monitora seus fornecedores em questões ambientais por meio de pesquisas, auditorias, visitas ao local do fornecedor e questionário	Refinitv Eikon	Catagórico não ordenado	Trumpp et al. (2015)
Fronteiras Planetárias	Total de Emissões Equivalentes de CO <sub>2</sub>	Emissões totais de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) e equivalentes de CO <sub>2</sub> em toneladas. - Os seguintes gases são relevantes: dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), metano (CH <sub>4</sub> ), óxido nitroso (N <sub>2</sub> O), hidrofluorocarbonos (HFCS), composto perfluorado (PFCS), hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> ), trifluoreto de nitrogênio (NF <sub>3</sub> ) - Emissão total de CO <sub>2</sub> = direta + indireta - Seguimos o protocolo de gases de efeito estufa (GEE) para todas as nossas classificações de emissão por tipo	Refinitv Eikon	Contínuo	Rockström et al. (2009a) e Steffen et al. (2015)
	Total de Retirada de Água Doce	Retirada total de água doce em metros cúbicos. - Água doce se refere a água com baixo teor de sal - Fontes de água doce: superfície, subterrânea, poço, furos, chuva e água distribuída / comprada. - Inclui água do abastecimento municipal, industrial e de torneira / potável - Água salina, cinza e salobra não são consideradas	Refinitv Eikon	Contínuo	Rockström et al. (2009a) e Steffen et al. (2015)

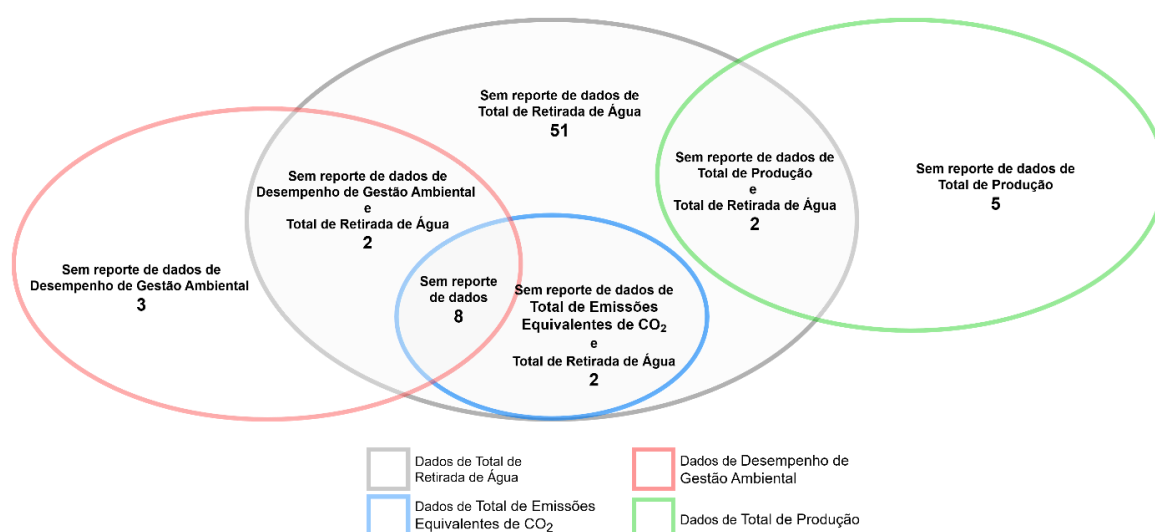
Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.3.3. Amostra

Ao todo, foram coletados dados de 141 empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. Desse total, foi necessário eliminar 73 observações devido à falta de dados referentes a: (i) desempenho de gestão ambiental; (ii) total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub>; (iii) total de retirada de água doce; e (iv) total de produção. O diagrama de Venn, apresentado na Figura 4, detalha as observações excluídas da amostra.

**Figura 4**

*Detalhamento das Observações Excluídas da Amostra*



Fonte: Elaborado pela autora.

Dessa forma, a amostra final é constituída por 68 observações válidas, as quais representam 18% da receita no segmento de *upstream* do setor de óleo e gás no ano de 2020, uma vez que a amostra apresentou uma receita total de US\$329 milhões em relação a receita global do segmento de *upstream* de US\$1,8 trilhões para o mesmo ano (IBISWorld, 2022). Ainda, a mostra abrange 14 diferentes países de origem e 2 empresas autoproclamadas internacionais, conforme apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7**

*Detalhamento dos Países de Origem da Amostra*

País de Origem	Quantidade de Empresas na Amostra
Austrália	3
Bermuda	1
Canadá	19

China	1
Colômbia	2
Estados Unidos	22
Índia	1
Internacional	2
Irlanda	1
Japão	2
México	1
Nigéria	1
Noruega	2
Reino Unido	6
Suécia	3
Tailândia	1
<b>Total</b>	<b>68</b>

Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações disponíveis no sumário do banco de dados ASSET4 ESG – Refinitiv Eikon.

Contudo, as operações das 68 empresas da amostra não se restringem apenas a seus países de origem. A amostra apresenta operações de extração de óleo e gás em 53 países diferentes ao redor do mundo. Muitas das empresas que compõem a amostra operam em mais de um país. A Figura 5 apresenta a dispersão das operações de extração da amostra. Cada circunferência representa a quantidade de campos de extração presentes nos respectivos países. O detalhamento geográfico completo da amostra pode ser encontrado no Apêndice B.

### Figura 5

#### *Detalhamento das Operações de Extração da Amostra*



Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações disponíveis no sumário do banco de dados ASSET4 ESG – Refinitiv Eikon.



Os dados coletados são referentes ao ano de 2020. A opção pela utilização desses dados se deu por duas razões: (i) pela disponibilidade e integralidade dos dados do ano de 2020; e (ii) por, estatisticamente, não haver diferença significativa dos dados coletados devido ao impacto da pandemia de COVID-19 nas operações do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. Logo, optou-se pelos dados do ano de 2020, que eram os mais recentes disponíveis na base de dados da Refinitiv Eikon Datastream ASSET4 ESG no momento da coleta de dados. A constatação de ausência significativa na variabilidade dos dados devido a pandemia de COVID-19 se deu por meio de análise prévia dos dados com o uso de análise estatística. Por meio dessa análise, buscou-se comparar as médias dos totais de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> e do total de retirada de água doce dos anos de 2018, 2019 e 2020, a fim de comparar estatisticamente se a coleta de dados do ano de 2020 difere em relação aos anos de 2018 e 2019. O teste foi realizado apenas para os dados coletados para os indicadores de totais de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> e total de retirada de água doce, pois esses são os únicos dados contínuos presentes na amostra.

Devido às características da amostra, na qual as medidas são repetidas para um mesmo indivíduo; ou seja, é a medida de três anos para uma mesma empresa, aconselha-se que seja realizado um teste de ANOVA com medidas repetidas. Para realizar esse teste algumas suposições devem ser verificadas para que o teste forneça um resultado válido. “As suposições da ANOVA de medidas repetidas são: normalidade da distribuição da variável dependente nos dois ou mais grupos relacionados, ausência de valores extremos nos grupos analisados e esfericidade” (Detoni, 2020, p. 31).

A primeira suposição testada foi a de normalidade da distribuição. Como hipóteses a serem testadas definiu-se:

$H_0$ : Distribuição da Amostra = Distribuição Normal

$H_1$ : Distribuição da Amostra  $\neq$  Distribuição Normal

Por meio do uso da ferramenta SPSS Statistics, foi feito o teste de normalidade tanto para os totais de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub>, quanto para o total de retirada de água doce. Como resultado, apresenta-se a Tabela 8:

**Tabela 8**

*Resultados para o Teste de Normalidade de Totais de Emissões Equivalentes de CO<sub>2</sub> e Total de Retirada de Água Doce*

	<i>Totais de Emissões Equivalentes de CO<sub>2</sub></i>	<i>Total de Retirada de Água Doce</i>
	P-valor (Shapiro-Wilk)	P-valor (Shapiro-Wilk)
Ano 2020	<0,001	<0,001
Ano 2019	<0,001	<0,001
Ano 2018	<0,001	<0,001

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com os resultados apresentados, tem-se que as amostras não seguem uma distribuição normal ( $p\text{-valor} = 0,001 < 0,005$ ) para todos os casos testados. As demais suposições não foram testadas dada a não normalidade da amostra. Partiu-se, então, para um teste não-paramétrico do tipo de Friedman. O teste de Friedman, consiste em teste não-paramétrico utilizado para “comparar dados amostrais vinculados, quando por exemplo um mesmo objeto de estudo ou indivíduo é avaliado mais de uma vez. Esse tipo de teste não utiliza diretamente os dados numéricos na análise, mas os postos ocupados por esses dados” (Detoni, 2020, p. 31). Como hipóteses para o teste de Friedman para os totais de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> e o total de retirada de água doce, tem-se:

$$\begin{aligned}
 H_0: & \text{Média dos Totais de Emissões Equivalentes de CO}_2 \text{ de 2020} \\
 & = \text{Média dos Totais de Emissões Equivalentes de CO}_2 \text{ de 2019} \\
 & = \text{Média dos Totais de Emissões Equivalentes de CO}_2 \text{ de 2018}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_A: & \text{Há pelo menos uma diferença entre as médias de Totais de Emissões} \\
 & \text{Equivalentes de CO}_2 \text{ para os anos de 2020, 2019 e 2018}
 \end{aligned}$$

E

$H_0$ : Média dos Total de Retirada de Água Doce de 2020

= Média dos Total de Retirada de Água Doce de 2019

= Média dos Total de Retirada de Água Doce de 2018

$H_A$ : Há pelo menos uma diferença entre as médias de Média dos Total de Retirada de Água Doce para os anos de 2020, 2019 e 2018

A Tabela 9 apresenta os resultados extraídos do software SPSS Statistics.

### Tabela 9

Resultados para o Teste de Friedman de Totais de Emissões Equivalentes de CO<sub>2</sub> e Total de Retirada de Água Doce

	<b>Totais de Emissões Equivalentes de CO<sub>2</sub></b>	<b>Total de Retirada de Água Doce</b>
Qui-Quadrado	5,576	8,558
Grau de Liberdade	2	2
P-valor	0,062	0,014

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando os resultados, tem-se que não rejeitamos a hipótese nula para nenhum dos indicadores. Logo, a média dos totais de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> é igual para os anos de 2020, 2019 e 2018 ( $p$ -valor = 0,062 > 0,005), assim como a média do total de retirada de água doce é igual para os anos de 2020, 2019 e 2018 ( $p$ -valor = 0,014 > 0,005). Conclui-se, portanto, que estatisticamente, não há diferença entre os dados coletados para os anos de 2020, 2019 e 2018. Ou seja, os dados coletados para o ano de 2020 não foram impactados pela pandemia de COVID-19. Assim, optou-se por realizar as análises propostas por esse estudo com os dados coletados para o ano de 2020, devido a esses serem os dados mais recentes disponíveis no momento da coleta de dados.

### 3.4. Pressuposto do Modelo Conceitual

O modelo conceitual proposto parte do seguinte pressuposto básico: é possível realizar o *downscaling* dos limites biofísicos das fronteiras planetárias de mudanças climáticas e uso de água doce para o nível de análise de empresas. Esse pressuposto é importante, pois, até onde pôde-se constatar da literatura acadêmica presente no

referencial teórico, o *downscaling* faz uso de uma abordagem *per capita* para seu cálculo (Nykvist et al., 2013); ou seja, uma perspectiva de consumo. No entanto, quando se discute o nível empresarial, a perspectiva deixa de ser apenas sob a ótica do consumo e passa a ser sob a ótica de consumo e produção. Dessa forma, é necessário que seja possível calcular o *downscaling* das fronteiras planetárias para o nível de análise empresarial, de modo que os resultados apresentados nesse estudo sejam válidos na prática e não apenas na teoria. Isso, porque, o uso das fronteiras planetárias como uma ferramenta estratégica para os tomadores de decisões mostra-se valiosa na busca pelo desenvolvimento sustentável (Zipper et al., 2020), uma vez que permite o cálculo da “parcela justa” da operação empresarial (Whiteman et al., 2013). Em vista disso, sugere-se uma abordagem para o *downscaling* das fronteiras planetárias para o nível empresarial.

O *downscaling* dos limites biofísicos determinados pelas fronteiras planetárias para o nível de análise das empresas, não apresenta uma regra universal (Parsonsova & Machar, 2021; Algunaibet et al., 2019). Conforme mostrado na subseção 2.3. do referencial teórico desse estudo, uma abordagem seguindo uma estratégia descendente seria indicada para a quantificação desses limites (Nykvist et al., 2013; Dao et al., 2018; Häyhä et al., 2016). Essa “abordagem requer três etapas: (i) definir o(s) valor(es) de fronteira planetária; (ii) alocar uma fração do espaço operacional seguro global para um contexto local; e (iii) comparar o desempenho atual com a alocação (ou seja, a parcela justa local) para cada variável de controle” (Zipper et al., 2020, p. 4). Assim, seguindo as três etapas explicitadas para a definição dos limites biofísicos, tem-se:

(i) Definição do valor da fronteira planetária

Partindo de uma abordagem *per capita* (Nykvist et al., 2013; Dao et al., 2018), calcula-se que para o ano de 2020 os limites biofísicos de mudanças climáticas e uso de água doce foram de:

*Limite Biofísico de Mudanças Climáticas*

$$= 1,6 \text{ toneladas de } CO_2/\text{ano} * 7,7 \text{ bilhões de habitantes}$$

$$= 12.320.000.000 \text{ toneladas de } CO_2/\text{ano}$$

$$\begin{aligned} \text{Limite Biofísico de Uso de Água Doce} &= 574 \text{ m}^3 \text{ de H}_2\text{O/ano} * 7,7 \text{ bilhões de habitantes} \\ &= 4.419.800.000.000 \text{ m}^3 \text{ de H}_2\text{O/ano} \end{aligned}$$

O cálculo foi feito de acordo com os valores *per capita* dos limites biofísicos de mudanças climáticas e uso de água doce apresentados no estudo de O'Neill et al. (2018). A estimativa populacional foi proveniente dos últimos dados disponíveis nas Nações Unidas (2019), que estimam a população em 2019 em torno de 7,7 bilhões de habitantes. Essa estimativa populacional foi utilizada como uma *proxy* do número de habitantes no mundo para o ano de 2020.

(ii) Alocação de uma fração para o contexto das empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*

A alocação de uma fração do limite biofísico da fronteira planetária de mudanças climáticas se deu de acordo com o estudo de Galán-Martín et al. (2021) que apontam que do total de emissão global de CO<sub>2</sub>, 7% são relativos ao setor de óleo e gás. Ainda, Masnadi et al. (2018), que mostram que o segmento de *upstream* representa o equivalente a 5% das emissões do setor. Assim, calculou-se o limite biofísico para o setor de óleo e gás no segmento de *upstream* como:

$$\begin{aligned} \text{Limite Biofísico de Mudanças Climáticas do Setor de Óleo e Gás} \\ \text{no Segmento de Upstream} \\ &= 12.320.000.000 \text{ toneladas de CO}_2\text{/ano} * 7\% * 5\% \\ &= 43.140.000 \text{ toneladas de CO}_2\text{/ano} \end{aligned}$$

Já em relação ao limite biofísico do uso de água doce, foi necessário que se calcula-se, primeiramente, a participação do segmento de *upstream* no setor de óleo e gás. Para tanto, considerou-se a receita total global de 2020 do setor de óleo e gás (US\$ 4,7 trilhões, de acordo com informações do Globe Neswire (2021)) e do segmento de óleo e gás do mesmo ano (US\$ 1,8 trilhões, de acordo com IBISWorld (2022)). Logo:

$$\begin{aligned} \text{Participação do Segmento de Upstream no Setor de Óleo e Gás} \\ &= \text{Receita Total do Segmento de Upstream/Receita Total do Setor de Óleo e Gás} \\ &= \text{US\$ 1,8 trilhões/US\$ 4,7 trilhões} = 0,38 = 38\% \end{aligned}$$

Segundo informações disponibilizadas pela Exxon Mobil (2018), o setor de óleo e gás consome 2% de água doce em suas operações. Dada a participação do segmento de *upstream* no setor de óleo e gás, estimou-se que o limite biofísico do uso de água doce como:

$$\begin{aligned} & \textit{Limite Biofísico de Uso de Água Doce do Setor de Óleo e Gás} \\ & \textit{no Segmento de Upstream} \\ & = 4.419.800.000.000 \text{ m}^3 \text{ de H}_2\text{O/ano} * 2\% * 38\% \\ & = 34.016.996.440 \text{ m}^3 \text{ de H}_2\text{O/ano} \end{aligned}$$

Propõem-se que se calcule os limites biofísicos individuais de cada empresa do setor no segmento de *upstream* por meio de sua participação na produção global total do setor de óleo e gás. No ano de 2020, a produção de petróleo cru foi de 88,4 milhões de barris por dia (Sönnichsen, 2021). Assim, tem-se que a produção global total foi de:

$$\textit{Produção Global Total} = 88.400.000 \text{ barris} * 366 \text{ dias} = 32.354.400.000 \text{ de barris/ano}$$

A participação de cada empresa do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* foi calculada a partir de sua produção de barris de petróleo cru em relação a produção global total. A escolha pela produção de barris de petróleo cru para o cálculo de participação se deu, pois esse está diretamente relacionado com as duas fronteiras planetárias abordadas e, ainda, porque esse estudo apresenta uma ótica de consumo de capital natural, ou seja, uma ótica de produção. Assim, tem-se que a participação de cada empresa foi de:

$$\begin{aligned} & \textit{Rate de Participação} \\ & = \textit{Total de Produção de 2020 em barris da empresa} / 32.354.400.000 \text{ de barris} \end{aligned}$$

A partir do *rate* de participação, foram calculados os limites biofísicos individuais das duas fronteiras planetárias para cada uma das empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. Os cálculos foram feitos da seguinte forma:

*Limite Biofísico Individual de Mudanças Climáticas*

= *Rate de Participação*

\* *Limite Biofísico de Mudanças Climáticas do Setor de Óleo e Gás  
no Segmento de Upstream*

= *Rate de Participação \* 43.120.000 toneladas de CO<sub>2</sub>/ano*

*Limite Biofísico Individual de Uso de Água Doce*

= *Rate de Participação*

\* *Limite Biofísico de Uso de Água Doce do Setor de Óleo e Gás  
no Segmento de Upstream*

= *Rate de Participação \* 34.016.996.440 m<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>O/ano*

### (iii) Comparação com o desempenho atual

As comparações foram feitas entre os limites biofísicos individuais calculados e o valor total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> e total de retirada de água doce reportados pelas empresas no ano de 2020. Dessa forma, é possível averiguar se a empresa está operando dentro ou fora dos limites biofísicos propostos pelas fronteiras planetárias de mudanças climáticas e uso de água doce. No Apêndice C podem ser encontrados dois exemplos aplicados do cálculo de *downscaling* para as fronteiras planetárias de mudança climática e uso de água doce de acordo com o pressuposto proposto. No Apêndice D é apresentado o resultado da aplicação do pressuposto para a amostra final desse estudo. A aplicação válida do pressuposto a uma amostra de empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* permite que se valide o *downscaling* das fronteiras planetárias para a análise do desempenho de gestão ambiental. Ou seja, os resultados apresentados nesse estudo são válidos de acordo com os critérios das fronteiras planetárias analisadas.

### 3.5. Técnica de Análise de Dados

A definição da técnica de análise de dados utilizada se deu a partir da própria pergunta de pesquisa, das hipóteses propostas e das características da base de dados apresentada. Assim, optou-se pela aplicação de modelagem de equações estruturais, que “é uma técnica de modelagem estatística multivariada de caráter geral, que é amplamente utilizada nas Ciências Humanas e Sociais”, e inclui “vários procedimentos multivariados tradicionais, em particular, análise fatorial, análise de regressão, análise discriminante e correlação canônica” (Neves, 2018, p. 7; Hair et al., 2009). Essa

técnica de análise permite avaliar a relação entre as variáveis independentes e a magnitude da influência dessas variáveis sobre a variável dependente (Hair et al, 2009). Assim, a modelagem de equações estruturais é particularmente relevante quando se busca trabalhar simultaneamente com estimatórias e mensurações, e identificar e estimar efeitos diretos e indiretos das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes de forma simultânea.

De acordo com Hair et al. (2009) a aplicação da técnica de modelagem de equações estruturais segue as seguintes etapas: (i) especificação de um modelo com base teórica; (ii) construção de um diagrama de caminhos de relações causais – definição dos constructos exógenos e endógenos e o tipo de relação das variáveis com os constructos (reflexiva ou formativa); (iii) conversão do diagrama de caminhos em um conjunto de modelos estruturais e de mensuração; (iv) alocação dos dados aos modelos; (v) avaliação do modelo estrutural; (vi) avaliação do ajuste do modelo; e (vii) interpretação dos resultados. As duas primeiras etapas foram realizadas na subseção 3.1 desse estudo e seu resultado é apresentado na Figura 3. As demais etapas compreendem a seção 4 desse estudo, referente aos resultados.

O uso de modelagem de equações estruturais em pesquisas relacionadas ao desempenho ambiental não é usual, mas não é inexistente. No estudo de Hussey e Eagan (2007), os autores discutem o uso da modelagem de equações estruturais para avaliar um modelo de melhoria de desempenho ambiental para pequenas e médias empresas (PMEs). Ainda, esse estudo “sustenta a hipótese de que a modelagem de equações estruturais pode ser útil na validação de modelos de desempenho ambiental. Os autores também acreditam que essa técnica poderia ser usada para refinar ainda mais os modelos, mostrando onde existem problemas estruturais” (Hussey & Eagan, 2007, p. 309).

No caso do modelo conceitual proposto por esse estudo, esse apresenta uma visão formativa, na qual as variáveis observadas formam os constructos latentes de desempenho de gestão ambiental e fronteiras planetárias. Os quais, por sua vez, são caracterizados como constructo exógeno e endógeno, respectivamente. De acordo com Coltman, Devinney, Midgley e Venaik (2008), os modelos formativos apresentam as seguintes características: (i) os constructos latentes são uma combinação de suas



variáveis observadas; (ii) a variação nas medidas das variáveis observadas causa variação no constructo; (iii) as variáveis observadas não precisam apresentar uma temática em comum; (iv) as variáveis observadas não são intercambiáveis; (v) adicionar ou descartar variáveis observadas pode alterar o domínio conceitual do constructo; (vi) não é possível uma avaliação empírica da confiabilidade da variável observada pela avaliação da consistência interna e da confiabilidade pelo alfa de Cronbach – várias análises preliminares são úteis para verificar a direcionalidade entre as variáveis observadas e o constructo; e (vii) a colinearidade deve ser descartada por diagnósticos padrão – “a presença de variáveis observadas altamente correlacionados dificultará a estimativa de seus pesos no modelo formativo e resultará em valores imprecisos para esses pesos” (Coltman et al., 2008, p. 1254).

“[E]levada colinearidade entre indicadores, o que não é uma questão com indicadores reflexivos, pode apresentar problemas significantes em um modelo formativo, pois os parâmetros que conectam indicadores formativos com o construto podem se tornar não-confiáveis” (Hair et al., 2009, p. 600). Assim, “[m]odelos de mensuração formativos demandam um processo diferente de validação. Como indicadores formativos não têm que ser altamente correlacionados, consistência interna não é um critério útil de validação para eles” (Hair et al, 2009, p. 599; de Souza Bido, da Silva, de Souza & Godoy, 2010). Uma forma de cálculo de multicolinearidade usual na modelagem formativa é o uso do fator de inflação da variância (VIF, na sigla em inglês) (de Souza Bido et al., 2010). Assim, na ausência de multicolinearidade, “os indicadores formativos individuais reunidos deveriam explicar a maior parte da variância no fator composto (constructo), e o fator deveria se relacionar com as outras medidas de uma maneira teoricamente consistente” (Hair et al., 2009, p. 599).

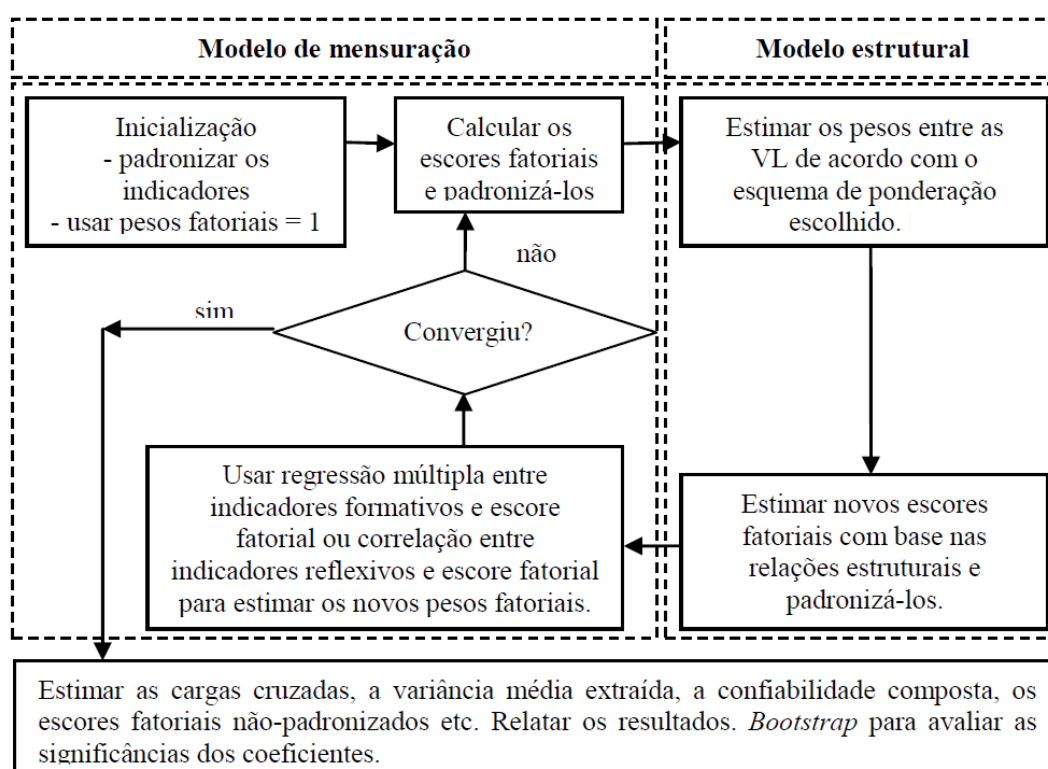
“O uso de [variáveis observadas] formativas em modelos de equações estruturais é um dos motivos para se usar o *Partial Least Squares Path Modeling* (PLS-PM)” (de Souza Bido et al., 2010, p. 245). O PLS-PM se presta a construir modelos teóricos em um sentido mais exploratório do que confirmatório (de Souza Bido et al., 2010). Além disso, de acordo com Hair et al., 2009, a modelagem por PLS apresenta as seguintes características: (i) trata os fatores como *scores* compostos individualmente; (ii) graus de liberdade não desempenham um papel significativo para a modelagem; (iii) em geral, PLS não se baseia em procedimentos de otimização; (iv) a modelagem PLS

apresenta menos problemas com identificação estatística e com erros fatais que impedem soluções; (v) a modelagem encontra soluções baseadas na minimização da variância em constructos endógenos; e (iv) modelagem PLS é menos sensível a considerações sobre tamanho amostral.

A Figura 6 detalha a aplicação da modelagem de caminhos por *Partial Least Squares*.

**Figura 6**

*Aplicação do Algoritmo de Partial Least Squares Path Modeling*



Fonte: de Souza Bido et al., 2010.

### 3.6. Matriz de Amarração

A Tabela 10 apresenta a compilação das principais informações desse estudo na forma de uma matriz de amarração (Telles, 200; Mazzon, 2018).

Tabela 10

## Matriz de Amarração

Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Referencial Teórico	Hipóteses	Técnica de Análise
	Identificar as práticas de gestão ambiental que contribuem para o desempenho de gestão ambiental no contexto do setor de óleo e gás no segmento de upstream.	Abrams et al. (2021); Bansal et al. (2020); Bhattacharyya (2019); Bhattacharyya e Cummings (2015); Choi et al. (2020); Delmas e Blass (2010); Dragomir (2018); Escrig-Olmedo et al. (2017); Hardcopf et al. (2019); Hardcopf et al. (2021); Hartmann e Uhlenbruck (2015); Ilinitch et al. (1998); Jabbour et al. (2013); Jung et al. (2001); Khanna e Speir (2013); Lucas (2010); Lucas e Noordewier (2016); Montabon et al. (2007); Nath e Ramanathan (2016); Noordewier e Lucas (2020); Pinto et al. (2018); Semenova (2010); Schultze e Trommer (2012); Singh et al. (2014); Szennay et al. (2021); Trumpp et al. (2015); Tyteca (1997); Tyteca et al. (2002); Uhlener et al. (2012); Xie e Hayase (2007); Yang et al. (2011); Yu e Ramanathan (2016); Zheng et al. (2020).	<p><i>Hipótese de Estudo 1a: A política ambiental contribui para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.</i></p> <p><i>Hipótese de Estudo 1b: Os objetivos ambientais contribuem para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.</i></p> <p><i>Hipótese de Estudo 1c: Os processos ambientais contribuem para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.</i></p> <p><i>Hipótese de Estudo 1d: A estrutura organizacional contribui para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.</i></p> <p><i>Hipótese de Estudo 1e: O monitoramento ambiental contribui para a mensuração do desempenho de gestão ambiental.</i></p>	Modelagem de Equações Estruturais PLS
	Especificar as características das fronteiras planetárias afetadas pela operação do setor de óleo e gás no segmento de upstream e mensurá-las.	Algunaibet et al. (2019); Biermann (2012); Brown (2017); Clift et al. (2017); Dao et al. (2018); Downing et al. (2019); Galán-Martín et al. (2021); Galaz et al. (2012); Häyhä et al. (2016); Li et al. (2021); Lucas et al. (2020); Muñoz e Gladek (2017); Nykvist et al. (2013); Parsanova e Machar (2021); Robèrt et al. (2013); Rockström et al. (2009a); Steffen e Smith (2013); Steffen et al. (2015); Ursul et al. (2018); Vargas-Gonzalez et al. (2019); Whiteman et al. (2013); Zipper et al. (2020).	<p><i>Hipótese de Estudo 2a: O total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> contribui para a mensuração das fronteiras planetárias.</i></p> <p><i>Hipótese de Estudo 2b: O total de retirada de água doce contribui para a mensuração das fronteiras planetárias.</i></p>	Modelagem de Equações Estruturais PLS
Mensurar a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias afetadas pela operação de extração de óleo e gás das empresas no segmento de <i>upstream</i> .		Bansal et al. (2020); Hardcopf et al. (2019); Häyhä et al. (2016); Khanna e Speir (2013); Lucas (2010); Pinto et al. (2018); Robèrt et al. (2013); Singh et al. (2014); Trumpp et al. (2015); Whiteman et al. (2013); Xie e Hayase (2007); Yu e Ramanathan (2016); Zipper et al. (2020).	<i>Hipótese de Estudo 3: O O desempenho de gestão ambiental exerce uma contribuição positiva e forte sobre as fronteiras planetárias.</i>	Modelagem de Equações Estruturais PLS

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Telles (2001) e Mazzon (2018).

## 4. RESULTADOS

Nessa seção são apresentados os resultados obtidos a partir da realização dos testes estatísticos sobre o modelo conceitual proposto, desempenhados através da técnica de análise de modelagem de equações estruturais, por meio do uso do software SmartPLS 3. Inicialmente, são calculados os *scores* das variáveis latentes e a validação do modelo de mensuração. Em seguida, são apresentados os resultados referentes às hipóteses testadas.

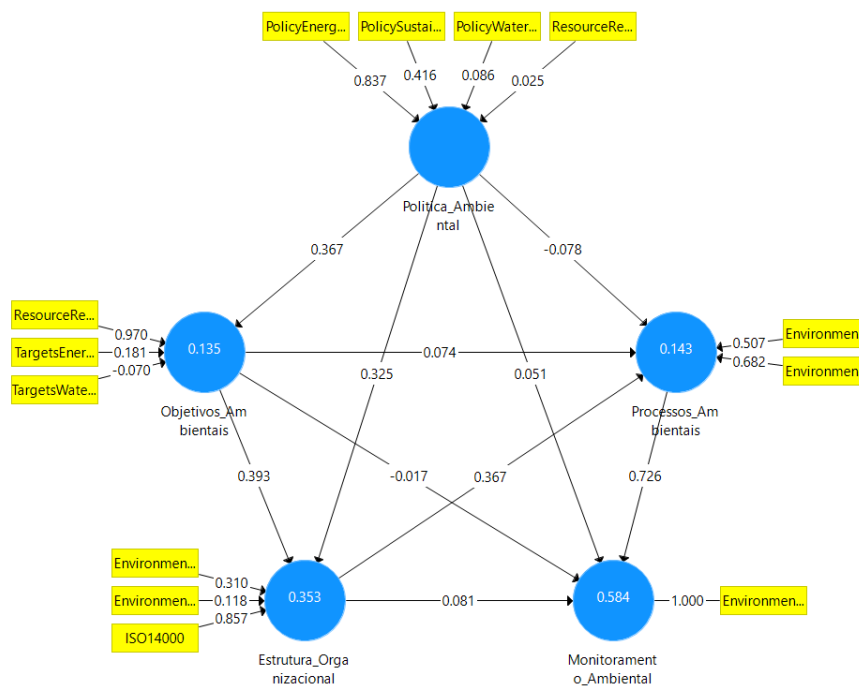
### 4.1. Cálculo do Scores de Desempenho de Gestão Ambiental

A fim de calcular os *scores* das variáveis latentes de desempenho de gestão ambiental e validar o modelo de mensuração, foi calculado o modelo saturado referente às variáveis latentes de política ambiental, objetivos ambientais, processos ambientais, estrutura organizacional e monitoramento ambiental. Os *scores* foram calculados a fim de ajustar o modelo, no qual existe multicolinearidade entre as variáveis (Matos & Rodrigues, 2019), de forma a “reduzir as variáveis originais a um número menor de componentes não correlacionados entre si” (Matos & Rodrigues, 2019, p. 24). Ainda, os *scores* “podem ser utilizados como substitutos das variáveis originais nas análises” (Matos & Rodrigues, 2019, p. 24). “O modelo reajustado considerando os *scores* fatoriais como variáveis explicativas não irá mais apresentar o problema de multicolinearidade, e todos os resultados e interpretações serão agora baseados nos fatores” (Matos & Rodrigues, 2019, p. 24; Farrar & Glauber, 1967).

A seguir, é detalhado o passo-a-passo do cálculo dos *scores* fatoriais por meio do uso do modelo saturado. Como resultado inicial para o modelo saturado, apresenta-se a Figura 7.

**Figura 7**

*Modelo Saturado das Variáveis Latentes de Desempenho de Gestão Ambiental*



Fonte: Elaborado pela autora

Analisando os resultados de colinearidade entre as variáveis observadas de desempenho de gestão ambiental, obteve-se como resultado a Tabela 11.

**Tabela 11**

*Colinearidade entre as Variáveis Observadas de Desempenho de Gestão Ambiental*

Variável Latente	Indicador	VIF
Política Ambiental	Política de Eficiência Energética	1,145
	Política de Embalagem Sustentável	1,007
	Política de Eficiência Hídrica	1,319
	Política de Redução de Recursos	1,277
Objetivos Ambientais	Metas de Eficiência Energética	2,127
	Metas de Redução de Recursos	11,569
	Metas de Eficiência Hídrica	9,676
Processos Ambientais	Gestão da Cadeia de Suprimento Ambiental	1,193
	Fornecimento de Materiais Ambientais	1,193

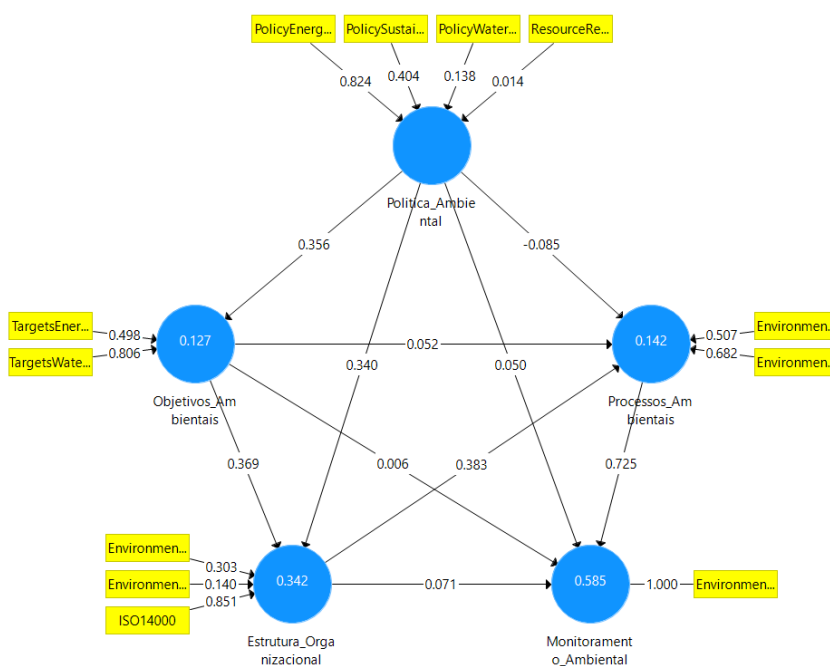
Estrutura Organizacional	Treinamento de Gestão Ambiental	1,099
	Equipe de Gestão Ambiental	1,033
	ISO 14000 ou EMS	1,134
Monitoramento Ambiental	Monitoramento da Cadeia de Suprimento Ambiental	1,000

Fonte: Elaborado pela autora

O cálculo da colinearidade das variáveis observadas foi feito por meio do fator de inflação de variância (VIF) (de Souza Bido et al., 2010), o qual calcula a quantidade de multicolinearidade em um conjunto de variáveis de regressão múltipla. Como pode-se observar na Tabela 11, a variável observada política de redução de recurso apresenta uma alta colinearidade (VIF = 11,569). Dado que a modelagem de equações estruturais parte da ausência de multicolinearidade entre as variáveis, houve a exclusão dessa variável (Hair et al, 2009, de Souza Bido et al., 2010). A Figura 8 e a Tabela 12 apresentam o modelo saturado com os scores e os VIFs das variáveis observadas de desempenho de gestão ambiental após a exclusão da variável política de redução de recursos.

### Figura 8

#### *Modelo Saturado Final das Variáveis Latentes de Desempenho de Gestão Ambiental Após Exclusão de Variável Política de Redução de Recursos*



Fonte: Elaborado pela autora

**Tabela 12***Colinearidade entre as Variáveis Observadas de Desempenho de Gestão Ambiental*

<b>Variável Latente</b>	<b>Indicador</b>	<b>VIF</b>
Política Ambiental	Política de Eficiência Energética	1,145
	Política de Embalagem Sustentável	1,007
	Política de Eficiência Hídrica	1,319
	Política de Redução de Recursos	1,277
Objetivos Ambientais	Metas de Eficiência Energética	1,017
	Metas de Eficiência Hídrica	1,017
Processos Ambientais	Gestão da Cadeia de Suprimento Ambiental	1,193
	Fornecimento de Materiais Ambientais	1,193
Estrutura Organizacional	Treinamento de Gestão Ambiental	1,099
	Equipe de Gestão Ambiental	1,033
	ISO 14000 ou EMS	1,134
Monitoramento Ambiental	Monitoramento da Cadeia de Suprimento Ambiental	1,000

Fonte: Elaborado pela autora

Com a exclusão da variável política de redução de recursos, confirma-se a ausência de multicolinearidade (Hair et al., 2009; de Souza Bido et al., 2010) e assume-se os valores dos *scores* calculados como variáveis explicativas para as variáveis latentes de política ambiental, objetivos ambientais, processos ambientais, estrutura organizacional e monitoramento ambiental.

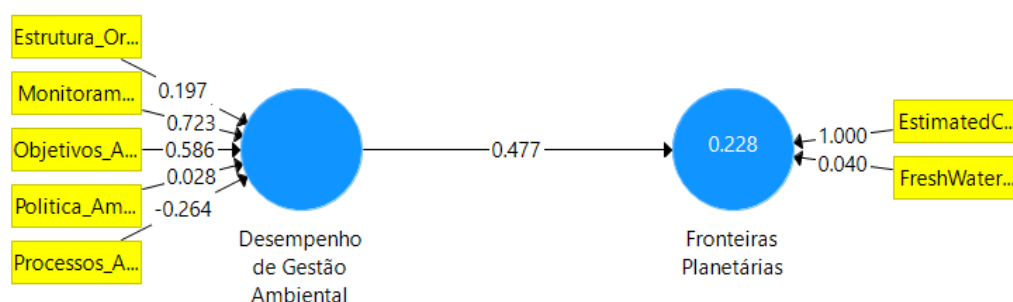
#### **4.2. Validação do Modelo**

Prosseguindo para a validação do modelo de mensuração, idealmente, seguir-se-ia uma análise de *bootstrapping*, uma vez que a amostra não é contínua e não apresenta uma distribuição normal. Na análise de *bootstrapping* há a extrapolação do tamanho da amostra seguindo o próprio padrão da amostra, o que, pelo teorema do limite central, faria com que a amostra se aproxima-se de uma distribuição normal. No entanto, a amostra apresentada é muito pequena e há pouca variabilidade, uma vez que as variáveis observadas são categóricas do tipo *dummy*, logo não se identificaria um padrão para a extrapolação da amostra. Assim, a fim de validar o modelo de mensuração, fez-se uso dos *scores* calculados anteriormente para a mensuração da

variável latente de desempenho de gestão ambiental. Como resultado, tem-se um modelo de mensuração válido. Em relação à variável latente de fronteiras planetárias, devido ao fato de as variáveis observadas de total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> e total de retirada de água doce serem contínuas, o cálculo da variável latente de fronteiras planetárias foi feito diretamente no modelo. A Figura 9 apresenta o modelo de mensuração inicial.

**Figura 9**

*Modelo de Mensuração Inicial*



Fonte: Elaborado pela autora

Analisando o resultado apresentado para o desempenho de gestão ambiental, tem-se que a estrutura organizacional contribui com o desempenho de gestão ambiental em 0,197. O monitoramento ambiental, por sua vez, contribui com o desempenho de gestão ambiental em 0,723. Já os objetivos ambientais, contribuem em 0,586. A política ambiental exerce uma menor contribuição de 0,028 para o desempenho de gestão ambiental. E, finalmente, os processos ambientais apresentam uma contribuição negativa de -0,264 sobre o desempenho de gestão ambiental. Em relação às fronteiras planetárias, tem-se que o total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> apresenta um peso fatorial de 1,000 sobre as fronteiras planetárias. Enquanto o total de retirada de água doce exerce uma menor contribuição de 0,040 para essas fronteiras.

Analisando a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias, concluiu-se que o primeiro exerce uma contribuição positiva, com um coeficiente de caminho de 0,477. Ainda, a relação apresenta um R<sup>2</sup> de 0,228, ou seja 22,8% da variância do desempenho de gestão ambiental está relacionada com a



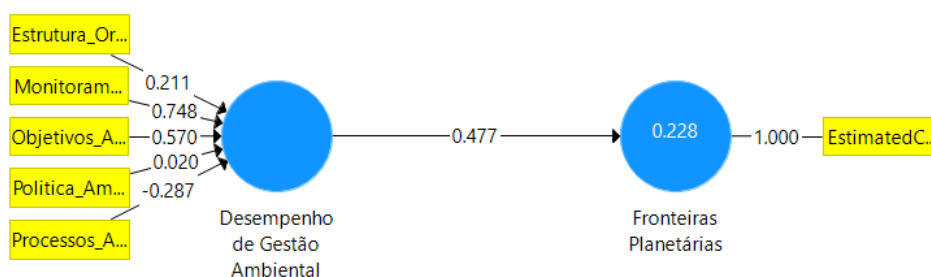
variância das fronteiras planetárias. O tamanho de efeito é de 0,295, o que, de acordo com Cohen (2013), pode ser classificado como forte, devido ao contexto da pesquisa (Espírito Santo & Daniel, 2017).

### 4.3. Ajuste do Modelo

Partindo, então, para o ajuste do modelo por meio de uma análise de *bootstrapping*, a fim de analisar a significância dos coeficientes do modelo, tem-se, inicialmente, que os pesos fatoriais são estatisticamente insignificantes, com exceção das variáveis objetivos ambientais e total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub>. Observando as cargas fatoriais, tem-se que a carga fatorial da variável total de retirada de água é estatisticamente insignificante (estatística  $t = 0,028 < 1,96$ ), enquanto as demais são estatisticamente significantes. Logo, excluiu-se apenas a variável total de retirada de água do modelo. A Figura 10 apresenta o resultado do modelo de mensuração após a exclusão da variável total de retirada de água.

**Figura 10**

*Modelo de Mensuração Após Exclusão da Variável Política de Redução de Recursos*



Fonte: Elaborado pela autora

Repetindo a análise de *bootstrapping* e analisando os pesos fatoriais das variáveis, tem-se que apenas as variáveis objetivos ambientais, monitoramento ambiental e total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> são estatisticamente significantes. Assim, as variáveis política ambiental (estatística  $t = 0,123 < 1,96$ ), processos ambientais (estatística  $t = 0,753 < 1,96$ ) e estrutura ambiental (estatística  $t = 0,641 < 1,96$ ) são estatisticamente insignificantes. E, portanto foram excluídas do modelo final.

#### 4.4. Testes de Hipóteses de Significância Estatística

Assim, das hipóteses de estudo referentes a significância estatística dos parâmetros, tem-se que apenas três hipóteses de estudo foram suportadas. A Tabela 13 consolida os resultados da significância estatística das variáveis.

**Tabela 13**

*Teste das Hipóteses de Estudo*

Hipóteses	Coefficiente de Caminho	Estatística t	Resultado
H1a: Política Ambiental → Desempenho de Gestão Ambiental	0,020	0,123	Não suportada
H1b: Objetivos Ambientais → Desempenho de Gestão Ambiental	0,570	2,415	Suportada
H1c: Processos Ambientais → Desempenho de Gestão Ambiental	-0,287	0,753	Não suportada
H1d: Estrutura Organizacional → Desempenho de Gestão Ambiental	0,211	0,641	Não suportada
H1e: Monitoramento Ambiental → Desempenho de Gestão Ambiental	0,748	2,208	Suportada
H2a: Total de Emissões Equivalentes de CO <sub>2</sub> → Fronteiras Planetárias	A variável é o próprio constructo		Suportada
H2b: Total de Retirada de Água Doce → Fronteiras Planetárias *	0,40	0,028	Não suportada

\*Resultado da primeira análise de *bootstrapping*

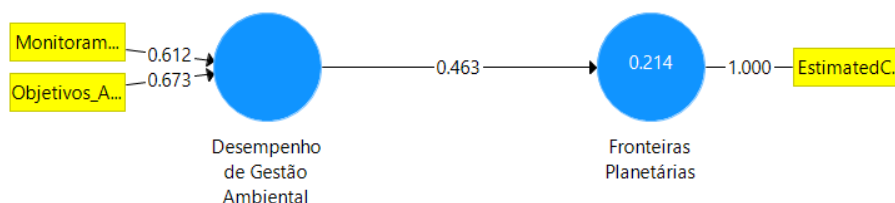
Fonte: Elaborado pela autora

#### 4.5. Modelo Final

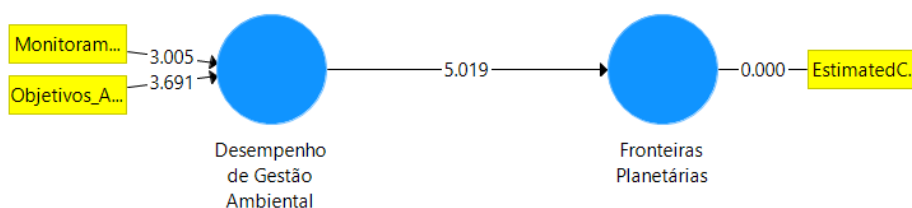
Após a exclusão das variáveis política ambiental, processos ambientais e estrutura ambiental, obteve-se o modelo final. As Figuras 11a e 11b apresentam o modelo de mensuração final e o modelo estrutural final, respectivamente.

**Figura 11a**

*Modelo de Mensuração Final*



Fonte: Elaborado pela autora

**Figura 11b***Modelo Estrutural Final*

Fonte: Elaborado pela autora

O modelo final apresenta as variáveis objetivos ambientais exercendo uma contribuição de 0,673 para o desempenho de gestão ambiental e a variável monitoramento ambiental com um peso fatorial de 0,612 também sobre o desempenho de gestão. Enquanto a variável total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> apresenta um peso fatorial de 1,000 sobre as fronteiras planetárias, por ser a única relacionada a essa variável latente. O desempenho de gestão ambiental apresenta um coeficiente de caminho de 0,463 em relação às fronteiras planetárias. O R<sup>2</sup> é de 0,214, ou seja, a variância das fronteiras planetárias está 21,4% relacionado com a variância de desempenho de gestão ambiental. O tamanho de efeito entre essas duas variáveis latentes é de 0,272, o qual é classificado como forte por Cohen (2013) devido ao contexto da análise. Válido ressalta que em comparação com a primeira estimação do modelo, considerando todas as variáveis observadas, não houve uma perda muito significativa em relação ao R<sup>2</sup> e ao tamanho de efeito.

Ainda, quando analisadas as significâncias estatísticas do modelo proposto, constata-se que as variáveis objetivos ambientais e monitoramento ambiental são estatisticamente significantes em relação ao desempenho de gestão ambiental, apresentando uma estatística  $t = 3,691 > 1,96$  e estatística  $t = 3,005 > 1,96$ , respectivamente. A relação de contribuição entre o desempenho de gestão ambiental e as fronteiras planetárias também é estatisticamente significativa, apresentando uma estatística  $t = 5,019 > 1,96$ . E finalmente, dado que a variável total de emissões estimado de CO<sub>2</sub> é a própria variável latente de fronteiras planetárias, o teste de significância estatística não se aplica.

Dessa forma, levando-se em consideração os resultados apresentados para o modelo final, entende-se que a hipótese de estudos 3 é suportada, uma vez que o desempenho de gestão ambiental das empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* exerce uma contribuição positiva e forte (de acordo com o contexto de análise) sobre as fronteiras planetárias.

## 5. DISCUSSÃO

O presente estudo buscou identificar qual a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias das empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. Para tanto, partindo do modelo conceitual proposto, de acordo com os estudos de Trumpp et al. (2015), Xie e Hayasse (2007) e Rockström et al. (2009a), formulou-se oito hipóteses de estudo a fim de validar o modelo no contexto do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* e identificar a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias das empresas atuantes nesse setor. Das hipóteses levantadas, apenas quatro foram suportadas pelas análises desse estudo. As três primeiras hipóteses, dentre as suportadas, dizem respeito a validade do modelo no contexto do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. A última diz respeito a pergunta de pesquisa desse estudo, ou seja, à contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias.

### 5.1. Em Relação às Práticas de Gestão Ambiental

Em vista dos resultados apresentados, tem-se que as práticas relacionadas aos objetivos ambientais e ao monitoramento ambiental suportam o desempenho de gestão ambiental que, por sua vez, contribui fortemente para a fronteira planetária única de mudanças climáticas, referente aos totais de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub>. De fato, o resultado obtido está de acordo com a literatura, pois reflete tanto a adequação da gestão ambiental a um modelo mais sustentável (Pinto et al., 2018; Uhlaner et al., 2012), quando os benefícios ambientais da própria gestão (Pinto et al., 2018). Ainda, pode-se observar que, assim como apresentado na literatura, a incorporação de práticas ambientais por meio de procedimentos formais e rotinas (no caso a presença de objetivos ambientais e seu monitoramento) auxiliam as empresas a atingirem suas metas ambientais (Khanna & Speir, 2013; Singh et al., 2014; Bansal et al., 2020). A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que, de fato, as práticas de gestão ambiental de objetivos ambientais e monitoramento ambiental auxiliam no controle e monitoramento dos impactos empresariais no ambiente natural (Montabon et al., 2007). No entanto, não se pode afirmar que a contribuição positiva do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias melhora o desempenho geral das empresas (Montabon et al., 2007; Yang et al., 2011; Bansal et al., 2020) ou seu desempenho operacional e financeiro (Hardcopf et al., 2019; Lucas & Noordewier, 2016).

Em relação às práticas de gestão ambiental abordadas pelo modelo proposto (política ambiental, objetivos ambientais, processos ambientais, estrutura organizacional e monitoramento ambiental), pode-se apenas afirmar que as práticas de objetivos ambientais e monitoramento ambiental são significativas para as empresas analisadas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. No entanto, não foi possível determinar a motivação na adoção dessas práticas (Khanna & Speir, 2013; Nath e Ramanathan, 2016), nem os compromissos potencialmente significativos de trabalho e capital (Hardcopf et al., 2021) que as envolvem. Contudo, dado o significado apresentado por Trumpp et al. (2015) e Darnall e Edwards (2006) para os objetivos ambientais (os quais referem-se às metas e políticas ambientais) e monitoramento ambiental (o qual refere-se às ações que garantem melhorias contínuas do desempenho operacional ambiental), foi possível classificá-las de acordo com a literatura. De acordo com a classificação de Montabon et al. (2007) ambas as práticas, significativas para as empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* de acordo com o modelo proposto, podem ser classificadas como práticas táticas e estratégicas. Ou seja, o modelo proposto apresenta aplicação tanto interna para a própria empresa, quanto externa para avaliação e comparação de terceiros.

## **5.2. Em Relação ao Desempenho de Gestão Ambiental**

Pela perspectiva de desempenho de gestão ambiental, o modelo proposto por esse estudo ratificou os achados da literatura acadêmica que apontam para a multidimensionalidade do constructo (Escrig-Olmedo et al., 2017; Trumpp et al., 2015; Bhattacharyya & Cummings, 2015; Gallego-Álvarez, 2012; Schultze & Trommer, 2012; Semenova, 2010; Xie & Hayase, 2007; Bhattacharyya, 2019; Dragomir, 2018; Choi et al., 2020). E, ainda, sua operacionalização se deu por intermédio de variáveis que representam as manifestações observáveis do constructo (Bisbe et al., 2007; Semenova, 2010; Choi et al., 2020). No caso do modelo proposto, essas variáveis se resumem aos objetivos ambientais e ao monitoramento ambiental, os quais foram validados estatisticamente como significantes para a mensuração do desempenho de gestão ambiental (Schultze & Trommer, 2012). Além disso, o modelo proposto para desempenho de gestão ambiental pode ser categorizado com enfoque para tomada de decisões internas e construção de indicadores de desempenho ambientais adequados; e, ao mesmo tempo, como um modelo com enfoque na tomada de

decisões de terceiro, o que o torna um modelo comparável entre empresas de diferentes setores (Bhattacharyya & Cummings, 2015; Bhattacharyya, 2019). Esse fato reforça a classificação de Montabon et al. (2007).

Ainda, um achado interessante do modelo proposto por esse estudo está alinhado com o posicionamento de Choi et al. (2020), que demonstram que ao adotarem políticas de melhoria de desempenho ambiental, as empresas esperam mensurar seus resultados ambientais reais. Isso fica evidente no modelo final que apresenta as práticas de gestão ambiental de objetivos ambientais e monitoramento ambiental contribuindo para o desempenho de gestão ambiental das empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*, que, por sua vez, contribuem diretamente para a transgressão ou não dos limites biofísicos propostos pelas fronteiras planetárias. Assim, depreende-se que esse estudo corrobora com os achados na literatura acadêmica que ressaltam que uma empresa que mensure seu desempenho ambiental se sente responsável por limitar seus danos ambientais (Schultze & Trommer, 2012; Bhattacharyya & Cummings, 2015). Além disso, por apresentar uma forte contribuição positiva entre o desempenho de gestão ambiental e as fronteiras planetárias, esse achado fica ainda mais relevante para os tomadores de decisão no que se refere à adoção do conceito de fronteiras planetárias visando um desenvolvimento sustentável (Sabag-Muñoz & Gladek, 2017; Robèrt et al., 2013).

### **5.3. Em Relação às Fronteiras Planetárias**

Sobre as fronteiras planetárias e de acordo com os achados desse estudo, pode-se afirmar que, de fato, as fronteiras planetárias permitem o mapeamento ambiental como uma forma de contribuição para os tomadores de decisão (Steffen et al., 2015; Vargas-Gonzalez et al., 2019). Ainda, o modelo proposto vai ao encontro da literatura e confirma que existe uma interdependência entre as fronteiras planetárias e as atividades econômicas (Zipper et al., 2020), seguindo a mesma lógica dos aspectos interdependentes apresentados por Xie e Hayase (2007). No entanto, baseado no modelo proposto, não se pode afirmar que haja uma integração, ou até mesmo uma relação, entre as fronteiras planetárias e o desempenho absoluto das operações empresariais (Sabag-Muñoz & Gladek, 2017). Esse achado ratifica os achados pela perspectiva do desempenho de gestão ambiental na qual não se pode afirmar que a contribuição positiva do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras

planetárias melhora o desempenho geral das empresas (Montabon et al., 2007; Yang et al., 2011; Bansal et al., 2020) ou seu desempenho operacional e financeiro (Hardcopf et al., 2019; Lucas & Noordewier, 2016).

Os resultados desse estudo também ratificam a fronteira planetária de mudanças climáticas (a qual mensuração os totais de emissões equivalente de CO<sub>2</sub>, no modelo proposto) como central para o sistema terrestre (Steffen et al., 2015) e como um ponto focal de atenção para as empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. Isso porque, o setor é um dos mais visados em relação a redução de emissões de CO<sub>2</sub> (Gálan-Martín et al., 2021). A literatura ainda aponta para o fato de os aumentos acentuados nas emissões de CO<sub>2</sub> serem um fator fundamental para a resposta empresarial às questões de mudanças climáticas (Yeeles, 2018). Principalmente no que se refere ao setor de óleo e gás, que é apontado como “parte fundamental da solução para enfrentar as mudanças climáticas” (IPIECA, 2021, p. 11).

Ainda, de acordo com a literatura levantada, o setor de energia, o qual apresenta uma dependência de 55% do setor de óleo e gás (IPIECA, 2021), é líder nas ações de implementação das fronteiras planetárias (Li et al., 2021), principalmente no que se refere à fronteira de mudanças climáticas, associada às emissões de CO<sub>2</sub> (Algunaibet et al., 2019). Salienta-se, também, que o enfrentamento das mudanças climáticas é de extrema relevância para o pleno atingimento do desenvolvimento sustentável; e as fronteiras planetárias são um meio de atingir esse desenvolvimento (Raworth, 2012; Galaz et al, 2012; Brown, 2017).

#### **5.4. Em Relação à Influência do Desempenho de Gestão Ambiental Sobre as Fronteiras Planetárias**

De acordo com os resultados obtidos sobre a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias, entende-se que o modelo proposto replicou os aspectos interdependentes do desempenho de gestão ambiental em relação às fronteiras planetárias, da mesma forma que proposto por Xie e Hayase (2007) para o desempenho operacional ambiental. A relação achada nesse estudo ainda aponta para a inferência de que um bom resultado ambiental em relação às fronteiras planetárias, reforça as políticas e práticas de gestão ambiental e estratégias ambientais das empresas, assim como ilustrado na literatura por Arimura et al. (2008),



Jung et al. (2001), Schultze e Trommer (2012), Bhattacharyya e Cummings (2015). Isso ocorre, porque, como o modelo proposto é formativo, pode-se assumir essa dualidade na relação entre os constructos de desempenho de gestão ambiental e fronteiras planetárias. E, finalmente, pode-se afirmar que as variáveis de objetivos ambientais e monitoramento ambiental refletem aspectos específicos e relacionados ao contexto do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* (Trumpp et al., 2015; Goldstein et al., 2011; Schultze & Trommer, 2012; Hourneaux et al., 2014; Zheng et al., 2020).

### **5.5. Em Relação ao Pressuposto do Modelo**

Diretamente relacionado com o modelo proposto, tem-se que o pressuposto de *downscaling* das fronteiras planetárias para o nível de análise das empresas do setor de óleo e gás do segmento de *upstream* é adequado e eficaz (Robèrt et al., 2013). E oferece uma visão cada vez maior de priorização das ações para organizações individuais a fim de assegurar que estrategicamente, essas estão seguindo em uma direção sustentável (Robèrt et al., 2013). A validade desse pressuposto valida os achados desse estudo a nível de análise empresarial para o setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. Válido ressaltar, que a lógica aplicada ao *downscaling* proposto é a baseada na produção (quantidade de barris produzidos no ano de 2020) ao invés do usualmente utilizado na literatura que se baseia em consumo (Zipper et al., 2020). Logo, entende-se que o pressuposto proposto seja uma tentativa inicial de determinar uma “parcela justa” das fronteiras planetárias para as empresas atuantes no setor estudado (Whiteman et al., 2013).

Essa tentativa, supera apenas um dos três desafios apresentados por Clift et al. (2017) para a aplicação do conceito de fronteiras planetárias ao nível empresarial. Esse desafio diz respeito a alocação de uma parcela no “espaço operacional seguro” (Clift et al., 2017) para as empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. De acordo com o autor, no entanto, ainda seria necessário superar o desafio de identificar limites biofísicos propostos pelas fronteiras planetárias associados a diferentes escalas geográficas e o desafio de coordenação entre diferentes entidades internacionais para a implementação das medidas necessárias para se respeitar as fronteiras planetárias (Clift et al., 2017). O pressuposto do modelo proposto não consegue abordar esses dois desafios apresentados pelo autor. Para tanto, seria

necessário uma abordagem muito mais complexa do que a apresentada como pressuposto nesse estudo.

## 6. CONCLUSÃO

Diante do crescente alerta ambiental e das ações em favor do desenvolvimento sustentável (Raworth, 2012), observou-se uma oportunidade, por parte das empresas (Lenssen et al., 2020), de se enquadrarem em um modelo de negócio mais sustentável (Hussey & Eagan, 2007). Dentre as mais diferentes ações empresariais constatou-se que o desempenho de gestão ambiental como uma forma de ajudar as empresas a navegar em direção a sustentabilidade (Zheng et al., 2020). Em contrapartida, identificou-se que o conceito de fronteiras planetárias poderia servir de norte para orientar as empresas nessa rota (Häyhä et al., 2016; Zipper et al, 2020; Robèrt et al, 2013; Whiteman et al., 2013; Galaz et al., 2012; Brown, 2017). Nesse estudo, portanto, buscou-se responder: qual é a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias? Esse estudo apresenta como objetivo principal mensurar a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias afetadas pela operação de extração de óleo e gás das empresas no segmento de *upstream*. Definiu-se o setor de óleo e gás no segmento de *upstream* (o qual refere-se à extração de óleo e gás) como objeto de estudo, devido a sua relevância tanto para a economia global (Muspratt, 2019a; IPIECA, 2021), quanto para o desenvolvimento sustentável (IPIECA, 2021; PNUD et al., 2017).

Buscando atingir a proposta desse estudo, formulou-se dois objetivos específicos que buscaram identificar as práticas de gestão ambiental que contribuem para o desempenho de gestão ambiental no contexto do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*, e especificar as características das fronteiras planetárias afetadas pela operação do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* e mensurá-las. A fim de responder à pergunta de pesquisa desse estudo e cumprir os objetivos específicos, um modelo conceitual, baseado na literatura levantada foi proposto. Como resultado das análises do modelo, obteve-se que para as empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*, o desempenho de gestão ambiental resume-se às práticas de gestão ambiental relacionadas aos objetivos ambientais e ao monitoramento ambiental. Os objetivos ambientais exercendo uma contribuição de 0,673 para o desempenho de gestão ambiental, enquanto o monitoramento ambiental exerce uma contribuição de 0,612. Em relação às fronteiras planetárias, tem-se que das nove fronteiras propostas pela literatura, apenas a fronteira referente às mudanças climáticas, que mensura os totais de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub>, é significativa

para o setor no segmento de *upstream*. E, também, apresenta uma contribuição de 1. Esses achados concluem os objetivos específicos proposto para esse estudo.

Baseado no modelo final encontrado, partiu-se então, para a elucidação da pergunta central desse estudo: *Qual é a influência do desempenho de gestão ambiental sobre as fronteiras planetárias?* De acordo com os resultados obtidos, provou-se que existe uma contribuição positiva entre o desempenho de gestão ambiental e as fronteiras planetárias. Essa relação, matematicamente, representa um tamanho de efeito, ou seja, uma associação, de 0,272, que é classificado por Cohen (2013) como forte dado o contexto do estudo. Ainda, foi possível determinar que a variância das fronteiras planetárias está 21,4% relacionado com a variância de desempenho de gestão ambiental. Em outras palavras, o desempenho de gestão ambiental influencia sim as fronteiras planetárias. Válido ressaltar que na literatura, é apontado uma associação forte entre o desempenho de gestão ambiental e as fronteiras planetárias (Robèrt et al, 2013; Whiteman et al., 2013, Xie & Hayase, 2007; Trumpp et al., 2015), o que foi ratificado por esse estudo.

### **6.1. Contribuições**

As contribuições desse estudo podem se enquadrar em três categorias: teórica/conceitual, prática e metodológica. A contribuição teórica/conceitual advém do fato desse estudo aplicar o conceito de desempenho de gestão ambiental ao setor de óleo e gás no segmento de *upstream*, resultando em um modelo que reflete os aspectos altamente específicas e o contexto das empresas atuantes nesse setor (Trumpp et al., 2015; Goldstein et al., 2011; Schultze & Trommer, 2012; Hourneaux Junior et al., 2014; Zheng et al., 2020). Ainda, o modelo se apresenta como um passo inicial na associação do desempenho de gestão ambiental com as fronteiras planetárias, o que representa a integração da perspectiva empresarial com a estrutura de fronteiras planetárias (Zipper et al, 2020; Whiteman et al, 2013; Sabag-Muñoz & Gladek, 2017)

A contribuição teórica/conceitual embasa a contribuição prática desse estudo, uma vez que é a partir do modelo conceitual propostos que se tem a contribuição prática para os tomadores de decisão ao nível empresarial, principalmente (Häyä et al, 2016). Isso porque, o modelo proposto permite que os tomadores de decisão das empresas

do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* possam priorizar suas estratégias ambientais (Vargas-Gonzalez et al., 2019) em relação às suas práticas de gestão ambiental de objetivos ambientais e monitoramento ambiental. Ainda, o modelo extrapola a gestão interna das empresas e permite que sejam feitas comparações dentro do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*, entre as diferentes empresas atuantes (Bhattacharyya & Cummings, 2015; Bhattacharyya, 2019; Montabon et al., 2007).

E, finalmente, no que tange as contribuições metodológicas, esse estudo buscou aplicar o *downscaling* das fronteiras planetárias para o nível de análise das empresas do setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. Mesmo se mostrando como uma contribuição incipiente, o método de *downscaling* proposto se mostrou adequado, eficaz (Robèrt et al., 2013) e plausível para a mensuração de uma “parcela justa” para as empresas atuantes nesse setor em relação aos limites biofísicos propostos pelas fronteiras planetárias (Whiteman et al., 2013). Ainda, essa contribuição foi digna de ser mencionada uma vez que a própria literatura levantada aponta para a necessidade e vital importância de estudos que apliquem o conceito de fronteiras planetárias ao nível de análise empresarial (Nykvist et al., 2013; Biermann, 2012; Häyhä et al., 2016; Dao et al., 2018; Lucas et al., 2020).

## **6.2. Limitações do Estudo**

Assim como todas as pesquisas empíricas, esse estudo apresenta suas limitações. Foram identificadas três limitações de pesquisa que se aplicam a esse estudo. A primeira limitação desse estudo diz respeito ao uso de dados secundários para as análises. Por mais que o banco de dados da ASSET4 ESG tenha sido amplamente utilizado em estudos prévios (Trumpp et al., 2015; Escrig-Olmedo et al., 2017; Ziegler et al., 2011; Semenova, 2010; Hartmann & Uhlenbruck, 2015; Hardcopf et al., 2021; Aouadi & Marsat, 2018; Garcia & Orsato, 2020; Sassen et al., 2016; Cheng et al., 2014; Garcia et al., 2017), o presente estudo está sujeito a qualidade e confiabilidade dos dados. A segunda limitação, diz respeito às 68 empresas que compõem a amostra de dados utilizada para análise. Pela amostra ser extremamente segmentada para as empresas que atuam apenas no setor de óleo e gás no segmento de *upstream*, não se pode extrapolar os achados dessa pesquisa para os demais segmentos existentes no setor de óleo e gás, como o *midstream* ou o *downstream*. E ainda, também não se

pode extrapolar os achados para as empresas integradas, as quais abrangem os três segmentos, sem que sejam feitos teste comparativos entre amostras dessas empresas e a amostra apresentada nesse estudo. E, finalmente, por não abordar uma estratégia temporal, observando a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias ao longo dos anos, os achados são estáticos e não permitem uma análise comparativa de contribuição de desempenho de gestão ambiental da mesma empresa para as fronteiras planetárias ao longo dos anos para determinar seu comportamento. No entanto, essa limitação pode ser superada, conforme exposto nas recomendações para estudos futuros.

### **6.3. Recomendações para Estudos Futuros**

Como sugestões de estudos futuros, apresenta-se quatro recomendações. A primeira recomendação é apresentada como uma forma de eliminar a limitação desse estudo referente aos resultados longitudinais. Recomenda-se, portanto que sejam coletados dados longitudinais das empresas a fim de estudar a contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias ao longo dos anos para cada empresa componente da amostra. Essa análise permitiria entender mais profundamente com se dá essa contribuição em relação às práticas de gestão ambiental de objetivos ambientais e monitoramento ambiental. A segunda sugestão se enquadra em uma continuidade do presente estudo. Sugere-se que seja realizado um estudo multigrupos por intermédio do software SmartPLS 3, com o uso do algoritmo FIMIX-PLS (de Souza Bido et al., 2010), a fim de identificar heterogeneidade *a posteriori*. Ou seja, que se identifique *clusters* entre as empresas da amostra para aprofundar o entendimento da contribuição do desempenho de gestão ambiental para as fronteiras planetárias e se é possível relacionar esse achado com a classificação do *rating* ambiental proposto pela base de dados do Refinitiv Elkon Datastream ASET4 ESG ou por blocos econômicos, como a OPEP, por exemplo. A terceira recomendação se dá de acordo com a literatura e sugere que se verifique se a não transgressão dos limites biofísicos propostos pelas fronteiras planetárias levaria a um melhor desempenho geral (Montabon et al., 2007; Yang et al., 2011; Bansal et al., 2020), operacional e financeiro (Hardcopf et al., 2019; Lucas & Noordewier, 2016) por parte das empresas atuantes no setor de óleo e gás no segmento de *upstream*. A quarta recomendação refere-se à motivação das empresas (Khanna & Speir, 2013; Nath e Ramanathan, 2016) do setor de óleo e gás no segmento de *upstream* em adotarem as práticas de objetivos

ambientais e monitoramento ambientais em detrimento de outras a fim de contribuir para as fronteiras planetárias. E ainda, seguindo essa linha, sugere-se um maior entendimento quanto aos compromissos potencialmente significativos de trabalho e capital (Hardcopf et al., 2021) por parte dessas empresas ao adotarem tais práticas de gestão ambiental.

## REFERÊNCIAS

- Abrams, R., Han, S., & Hossain, M. T. (2021). Environmental performance, environmental management and company valuation. *Journal of Global Responsibility*. DOI: <https://doi.org/10.1108/JGR-10-2020-0092>
- Algunaibet, I. M., Pozo, C., Galán-Martín, Á., Huijbregts, M. A., Mac Dowell, N., & Guillén-Gosálbez, G. (2019). Powering sustainable development within planetary boundaries. *Energy & environmental science*, 12(6), 1890-1900. DOI: <https://doi.org/10.1039/C8EE03423K>
- Alpro (2018). Sustainability Update 2018 A Roadmap to 2020. Disponível em < [https://downloads.ctfassets.net/s64jgdakkdij/4KZqMuuXaWPthHNaYXSMrj/6e4ed8ae1198adccca68c9c900011a3a/Alpro\\_Sustainability\\_update\\_2018.pdf](https://downloads.ctfassets.net/s64jgdakkdij/4KZqMuuXaWPthHNaYXSMrj/6e4ed8ae1198adccca68c9c900011a3a/Alpro_Sustainability_update_2018.pdf) >.
- Aouadi, A., & Marsat, S. (2018). Do ESG controversies matter for firm value? Evidence from international data. *Journal of Business Ethics*, 151(4), 1027-1047. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3213-8>
- Arimura, T. H., Hibiki, A., & Katayama, H. (2008). Is a voluntary approach an effective environmental policy instrument?: A case for environmental management systems. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55(3), 281-295. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.09.002>
- Babic, M., Fichtner, J., & Heemskerk, E. M. (2017). States versus corporations: Rethinking the power of business in international politics. *The International Spectator*, 52(4), 20-43. DOI: <https://doi.org/10.1080/03932729.2017.1389151>
- Bansal, S., Garg, I., & Yadav, A. (2020). Do firms with environmental concerns give better performance: A systematic literature review. *Journal of Public Affairs*, e2322. DOI: <https://doi.org/10.1002/pa.2322>
- Bhattacharyya, A. (2019). Corporate environmental performance evaluation: A cross-country appraisal. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117607. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117607>
- Bhattacharyya, A., & Cummings, L. (2015). Measuring corporate environmental performance–stakeholder engagement evaluation. *Business Strategy and the Environment*, 24(5), 309-325. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.1819>
- Biermann, F. (2012). Planetary boundaries and earth system governance: Exploring the links. *Ecological Economics*, 81, 4-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.02.016>
- Bisbe, J., Batista-Foguet, J. M., & Chenhall, R. (2007). Defining management accounting constructs: A methodological note on the risks of conceptual misspecification. *Accounting, Organizations and Society*, 32(7-8), 789-820. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aos.2006.09.010>



Brown, K. (2017). Global environmental change II: Planetary boundaries—A safe operating space for human geographers?. *Progress in Human Geography*, 41(1), 118-130. DOI: <https://doi.org/10.1177/0309132515604429>

Brundtland, G. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. United Nations General Assembly document A/42/427. Disponível em < <https://digitallibrary.un.org/record/139811?ln=en> >.

Cheng, B., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2014). Corporate social responsibility and access to finance. *Strategic Management Journal*, 35(1), 1-23. DOI: <https://doi.org/10.1002/smj.2131>

Choi, H., Han, I., & Lee, J. (2020). Value Relevance of Corporate Environmental Performance: A Comprehensive Analysis of Performance Indicators Using Korean Data. *Sustainability*, 12(17), 7209. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12177209>

CISL. (2019). Linking Planetary Boundaries to Business: The First White Paper in Kering's Series on Planetary Boundaries for Business. Disponível em < [https://keringcorporate.dam.kering.com/m/43d9531b53ac34e1/original/Planetary-Boundaries\\_en.pdf](https://keringcorporate.dam.kering.com/m/43d9531b53ac34e1/original/Planetary-Boundaries_en.pdf) >.

Clift, R., Sim, S., King, H., Chenoweth, J. L., Christie, I., Clavreul, J., ... & Murphy, R. (2017). The challenges of applying planetary boundaries as a basis for strategic decision-making in companies with global supply chains. *Sustainability*, 9(2), 279. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9020279>

Cohen, J. (2013). Statistical power analysis for the behavioral sciences. Routledge.

Coltman, T., Devinney, T. M., Midgley, D. F., & Venaik, S. (2008). Formative versus reflective measurement models: Two applications of formative measurement. *Journal of Business Research*, 61(12), 1250-1262. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2008.01.013>

Costanza, R. (1991). Ecological economics: a research agenda. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2(2), 335-357. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0954-349X\(05\)80007-4](https://doi.org/10.1016/S0954-349X(05)80007-4)

Czech, B. & Daly, H. (2004). The Steady-State Economy – What It Is, Entails and Connote. *Wildlife Society Bulletin*, 32(2), 598-605. DOI: [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2004\)32\[598:IMOTSS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2004)32[598:IMOTSS]2.0.CO;2)

Czech, B. (2000). Economic growths as the limiting factor for wildlife conservation. *Wildlife Society Bulletin*, 28(1), 4-15. Disponível em < <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/9038> >.

Daly, H. & Farley, J. (2004). Ecological economics: Principles and applications. Washington, DC: Island.

Daly, H. (1972). In Defense of a Steady-State Economy. *American Journal of Agricultural Economics*, 54(5). DOI: <https://doi.org/1239248>

Dao, H., Peduzzi, P., & Friot, D. (2018). National environmental limits and footprints based on the Planetary Boundaries framework: The case of Switzerland. *Global Environmental Change*, 52, 49-57. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.06.005>

Darnall, N., & Edwards Jr, D. (2006). Predicting the cost of environmental management system adoption: the role of capabilities, resources and ownership structure. *Strategic Management Journal*, 27(4), 301-320. DOI:

<https://doi.org/10.1002/smj.518>

de Souza Bido, D., da Silva, D., de Souza, C. A., & Godoy, A. S. (2010). Mensuração com indicadores formativos nas pesquisas em administração de empresas: Como lidar com a multicolinearidade entre eles?. *Administração: Ensino e Pesquisa*, 11(2), 245-269. DOI: <https://doi.org/10.13058/raep.2010.v11n2.145>

Delai, I., & Takahashi, S. (2013). Corporate sustainability in emerging markets: insights from the practices reported by the Brazilian retailers. *Journal of Cleaner Production*, 47, 211-221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.029>

Delmas, M., & Blass, V. D. (2010). Measuring corporate environmental performance: the trade-offs of sustainability ratings. *Business Strategy and the Environment*, 19(4), 245-260. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.676>

Detoni, M. N. P. (2020). Mapeamento e aplicação de testes estatísticos em engenharia de software. Dissertação de Mestrado. Pontificada Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação. Disponível em <

[https://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/9251/2/MARIANA%20NOLDE%20PACH%20ECO%20DETONI\\_DIS.pdf](https://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/9251/2/MARIANA%20NOLDE%20PACH%20ECO%20DETONI_DIS.pdf) >. Acesso em 23/05/2022.

Doan, M. H., & Sassen, R. (2020). The relationship between environmental performance and environmental disclosure: A meta-analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 24(5), 1140-1157. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.13002>

Downing, A. S., Bhowmik, A., Collste, D., Cornell, S. E., Donges, J., Fetzer, I., ... & Mooij, W. M. (2019). Matching scope, purpose and uses of planetary boundaries science. *Environmental Research Letters*, 14(7), 073005. DOI:

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab22c9>

Dragomir, V. D. (2018). How do we measure corporate environmental performance? A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 196, 1124-1157. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.014>

Escrig-Olmedo, E., Muñoz-Torres, M. J., Fernández-Izquierdo, M. Á., & Rivera-Lirio, J. M. (2017). Measuring corporate environmental performance: A methodology for sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, 26(2), 142-162. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.1904>

Espírito Santo, H., & Daniel, F. (2017). Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (1): as limitações do  $P < 0,05$  na análise de diferenças de médias de dois grupos. *Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social*, 1(1), 3-16. DOI: <https://doi.org/10.7342/ismt.rpics.2015.1.1.14>

ExxonMobil. (2018, Setembro 05). Understanding the relationship between energy and water. Disponível em < <https://corporate.exxonmobil.com/Sustainability/Environmental-protection/Sustainable-water-and-energy/Understanding-the-relationship-between-energy-and-water#Waterfundamentals> >. Acesso em 21/04/2021.

Fanning, A. L., & O'Neill, D. W. (2016). Tracking resource use relative to planetary boundaries in a steady-state framework: A case study of Canada and Spain. *Ecological Indicators*, 69, 836-849. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.04.034>

Farrar, D. E., & Glauber, R. R. (1967). Multicollinearity in regression analysis: the problem revisited. *The Review of Economic and Statistics*, 92-107. DOI: <https://doi.org/10.2307/1937887>

Galán-Martín, Á., Tulus, V., Díaz, I., Pozo, C., Pérez-Ramírez, J., & Guillén-Gosálbez, G. (2021). Sustainability footprints of a renewable carbon transition for the petrochemical sector within planetary boundaries. *One Earth*, 4(4), 565-583. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.001>

Galaz, V., Biermann, F., Folke, C., Nilsson, M., & Olsson, P. (2012). Global environmental governance and planetary boundaries: an introduction. *Ecological Economics*, 81, 1-3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.02.023>

Gallego-Álvarez, I. (2012). Indicators for sustainable development: Relationship between indicators related to climate change and explanatory factors. *Sustainable Development*, 20(4), 276-292. DOI: <https://doi.org/10.1002/sd.483>

Garcia, A. S., & Orsato, R. J. (2020). Testing the institutional difference hypothesis: A study about environmental, social, governance, and financial performance. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3261-3272. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2570>

Garcia, A. S., Mendes-Da-Silva, W., & Orsato, R. J. (2017). Sensitive industries produce better ESG performance: Evidence from emerging markets. *Journal of Cleaner Production*, 150, 135-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.180>

García-Olivares, A., & Ballabrera-Poy, J. (2015). Energy and mineral peaks, and a future steady state economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 587-598. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.02.013>

Globe Neswire. (2021). "Global \$7425.02 Billion Oil and Gas Markets, 2015-2020, 2020-2025F, 2030F". Disponível em < <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/03/04/2187025/0/en/Global-7425-02-Billion-Oil-and-Gas-Markets-2015-2020-2020-2025F-2030F.html> >. Acesso em 20/01/2022

Goldstein, D., Hilliard, R., & Parker, V. (2011). Environmental performance and practice across sectors: methodology and preliminary results. *Journal of Cleaner Production*, 19(9-10), 946-957. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.12.012>

Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M. C., Shyamsundar, P., ... & Noble, I. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature*, 495(7441), 305-307. DOI: <https://doi.org/10.1038/495305a>

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman editora.

Hardcopf, R., Shah, R., & Dhanorkar, S. (2021). The Impact of a Spill or Pollution Accident on Firm Environmental Activity: An Empirical Investigation. *Production and Operations Management*. DOI: <https://doi.org/10.1111/poms.13392>

Hardcopf, R., Shah, R., & Mukherjee, U. (2019). Explaining heterogeneity in environmental management practice adoption across firms. *Production and Operations Management*, 28(11), 2898-2918. DOI: <https://doi.org/10.1111/poms.13083>

Hart, S. L. (1997). Beyond greening: strategies for a sustainable world. *Harvard Business Review*, 75(1), 66-77. Disponível em < <https://hbr.org/1997/01/beyond-greening-strategies-for-a-sustainable-world> >.

Hartmann, J., & Uhlenbruck, K. (2015). National institutional antecedents to corporate environmental performance. *Journal of World Business*, 50(4), 729-741. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2015.02.001>

Hatfield-Dodds, S., Schandl, H., Newth, D., Obersteiner, M., Cai, Y., Baynes, T., ... & Havlik, P. (2017). Assessing global resource use and greenhouse emissions to 2050, with ambitious resource efficiency and climate mitigation policies. *Journal of Cleaner Production*, 144, 403-414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.170>

Häyhä, T., Lucas, P. L., van Vuuren, D. P., Cornell, S. E., & Hoff, H. (2016). From Planetary Boundaries to national fair shares of the global safe operating space—How can the scales be bridged?. *Global Environmental Change*, 40, 60-72. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.008>

Helle, I., Jolma, A., & Venesjärvi, R. (2016). Species and habitats in danger: estimating the relative risk posed by oil spills in the northern Baltic Sea. *Ecosphere*, 7(5). DOI: <https://doi.org/10.1002/ecs2.1344>

Houdini. (2018). Planetary Boundaries Assessment 2018. Disponível em < [https://api.houdinisportswear.com/storage/2A69199BFCBA925CC9260D61F41301EA566C760FB9A727B5DABB2C330C13D1BC/08df8496f36f49f0bb821fdeafdd775e/pdf/media/e5eec5e201b242e9a2aa14aba9c3b696/Houdini\\_Planetary\\_Boundaries\\_Assessment\\_2018.pdf](https://api.houdinisportswear.com/storage/2A69199BFCBA925CC9260D61F41301EA566C760FB9A727B5DABB2C330C13D1BC/08df8496f36f49f0bb821fdeafdd775e/pdf/media/e5eec5e201b242e9a2aa14aba9c3b696/Houdini_Planetary_Boundaries_Assessment_2018.pdf) >.

Hourneaux Junior, F., Hrdlicka, H. A., Gomes, C. M., & Kruglianskas, I. (2014). The use of environmental performance indicators and size effect: A study of industrial companies. *Ecological Indicators*, 36, 205-212. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.07.009>

Hussey, D. M., & Eagan, P. D. (2007). Using structural equation modeling to test environmental performance in small and medium-sized manufacturers: can SEM help SMEs?. *Journal of Cleaner Production*, 15(4), 303-312. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.12.002>

IBISWorld. (2022). "Global Oil & Gas Exploration & Production Market Size 2005–2025." Disponível em < <https://www.ibisworld.com/global/market-size/global-oil-gas-exploration-production/> >.

Ilinitch, A. Y., Soderstrom, N. S., & Thomas, T. E. (1998). Measuring corporate environmental performance. *Journal of Accounting and Public Policy*, 17(4-5), 383-408. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0278-4254\(98\)10012-1](https://doi.org/10.1016/S0278-4254(98)10012-1)

International Organization for Standardization (ISO). (1999). ISO Environmental management environmental performance evaluation guidelines. Geneva: ISO

IPIECA. (2021). Accelerating action: An SDG Roadmap for the oil and gas sector. Disponível em < <https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/11900/178800/1> >.

Jabbour, C. J. C., de Sousa Jabbour, A. B. L., Govindan, K., Teixeira, A. A., & de Souza Freitas, W. R. (2013). Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 47, 129-140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.010>

Jung, E. J., Kim, J. S., & Rhee, S. K. (2001). The measurement of corporate environmental performance and its application to the analysis of efficiency in oil industry. *Journal of Cleaner Production*, 9(6), 551-563. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00011-7](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00011-7)

Khanna, M., & Speir, C. (2013). Motivations for proactive environmental management. *Sustainability*, 5(6), 2664-2692. DOI: <https://doi.org/10.3390/su5062664>

Kolk, A., & Levy, D. (2001). Winds of change: corporate strategy, climate change and oil multinationals. *European Management Journal*, 19(5), 501-509. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(01\)00064-0](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(01)00064-0)

KPMG. (2012). Expect the Unexpected-Building Business Value in a Changing World. International Cooperative (KPMG International). Disponível em < <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2012/02/building-business-value-exec-summary.pdf> >.

Leggett, L. M. W., & Ball, D. A. (2012). The implication for climate change and peak fossil fuel of the continuation of the current trend in wind and solar energy



production. *Energy Policy*, 41, 610-617. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.022>

Lenssen, G., Van Wassenhove, L., Pickard, S., Lenssen, J. J., & Fernando, R. (2012). Sustainable globalization and implications for strategic corporate and national sustainability. *Corporate Governance: The international journal of business in society*. DOI: <https://doi.org/10.1108/14720701211267883>

Lewis, D., & Sauzier, J. (2020). Cleaning up after Mauritius oil spill. *Nature*, 585(7824), 172-172. Disponível em < <https://www.nature.com/articles/d41586-020-02446-7> >. Acesso em 23/05/2022.

Li, M., Wiedmann, T., Fang, K., & Hadjikakou, M. (2021). The role of planetary boundaries in assessing absolute environmental sustainability across scales. *Environment International*, 152, 106475. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106475>

Lucas, M. T. (2010). Understanding environmental management practices: integrating views from strategic management and ecological economics. *Business Strategy and the Environment*, 19(8), 543-556. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.662>

Lucas, M. T., & Noordewier, T. G. (2016). Environmental management practices and firm financial performance: The moderating effect of industry pollution-related factors. *International Journal of Production Economics*, 175, 24-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.02.003>

Lucas, P. L., Wilting, H. C., Hof, A. F., & van Vuuren, D. P. (2020). Allocating planetary boundaries to large economies: Distributional consequences of alternative perspectives on distributive fairness. *Global Environmental Change*, 60, 102017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.102017>

Matos, D. A. S., & Rodrigues, E. C. (2019). Análise fatorial. Brasília: Enap. Disponível em < <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4790> >. Acesso em 24/05/2022.

Masnadi, M. S., El-Houjeiri, H. M., Schunack, D., Li, Y., Englander, J. G., Badahdah, A., ... & Brandt, A. R. (2018). Global carbon intensity of crude oil production. *Science*, 361(6405), 851-853. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aar6859>

Mazzon, J. A. (2018). Using the methodological association matrix in marketing studies. *Revista Brasileira de Marketing*, 17(5), 747-770. DOI: <https://doi.org/10.5585/bjm.v17i5.4175>

Meadows, D. H. (1998). Indicators and information systems for sustainable development: a report to the Balaton Group. The Sustainability Institute, Hartland, Vermont.

Montabon, F., Sroufe, R., & Narasimhan, R. (2007). An examination of corporate reporting, environmental management practices and firm performance. *Journal of*

*Operations Management*, 25(5), 998-1014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.10.003>

Muspratt, A. (2019a). Introduction to Oil and Gas Industry. Oil & Gas IQ. Disponível em < <https://www.oilandgasiq.com/strategy-management-and-information/articles/oil-gas-industry-an-introduction> >. Acesso em 19/10/ 2020.

Muspratt, A. (2019b). The Top 10 Oil & Gas Companies in the World: 2019. Oil & Gas IQ. Disponível em < <https://www.oilandgasiq.com/strategy-management-and-information/articles/oil-and-gas-companies> >. Acesso em 19/10/ 2020.

Nações Unidas (United Nations), Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019, Online Edition. Rev. 1. Disponível em < <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/> >.

Nath, P., & Ramanathan, R. (2016). Environmental management practices, environmental technology portfolio, and environmental commitment: A content analytic approach for UK manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 171, 427-437. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.09.040>

Neves, J. A. B. (2018). Modelo de equações estruturais: uma introdução aplicada. Brasília: Enap. Disponível em < <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3334> >.

Noordewier, T. G., & Lucas, M. T. (2020). On being green and profitable: Does industry context matter?. *International Journal of Production Economics*, 223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107528>

Nykvist, B., Persson, Å., Moberg, F., Persson, L., Cornell, S., & Rockström, J. (2013). National Environmental Performance on Planetary Boundaries: A study for the Swedish Environmental Protection Agency (Stockholm Environment Institute, Stockholm). Disponível em < <https://mediamanager.sei.org/documents/Publications/SEI-Report-Naturvardsverket-NationalEnvironmentalPerformance-2013.pdf> >.

O'Neill, D. W. (2015). What Should Be Held Steady in a Steady-State Economy? *Journal of Industrial Ecology*, 19 (4), 552-563. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12224>

O'Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb, W. F., & Steinberger, J. K. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability*, 1, 88-95. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>

Parsonsova, A., & Machar, I. (2021). National Limits of Sustainability: The Czech Republic's CO2 Emissions in the Perspective of Planetary Boundaries. *Sustainability*, 13(4), 2164. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13042164>

Pinto, G. M. C., Pedroso, B., Moraes, J., Pilatti, L. A., & Picinin, C. T. (2018). Environmental management practices in industries of Brazil, Russia, India, China and South Africa (BRICS) from 2011 to 2015. *Journal of Cleaner Production*, 198, 1251-1261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.046>

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Corporação Financeira Internacional (IFC) e IPIECA. (2017). Mapping the oil and gas industry to the SDGs: An Atlas. Disponível em < <https://www.undp.org/publications/mapping-oil-and-gas-industry-sdgs-atlas> >.

Raworth, K. (2012). A safe and just space for humanity: can we live within the doughnut?. Oxfam.

Refinitiv Datastream ESG Glossary. (2019).

Ritchie, H. (2017). Fossil Fuels. Disponível em < <https://ourworldindata.org/fossil> >. Acesso em 19/10/2020.

Robèrt, K. H., Broman, G. I., & Basile, G. (2013). Analyzing the concept of planetary boundaries from a strategic sustainability perspective: how does humanity avoid tipping the planet?. *Ecology and Society*, 18(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05336-180205>

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., ... & Foley, J. (2009a). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2). Disponível em < <http://www.jstor.org/stable/26268316> >.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... & Foley, J. A. (2009b). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475. DOI: <https://doi.org/10.1038/461472a>

Sabag-Muñoz, O., & Gladek, E. (2017). One Planet Approaches–Methodology Mapping and Pathways Forward. Disponível em < <https://www.metabolic.nl/publications/one-planet-approaches-methodology-mapping-and-pathways-forward/> >.

Sassen, R., Hinze, A. K., & Hardeck, I. (2016). Impact of ESG factors on firm risk in Europe. *Journal of business economics*, 86(8), 867-904. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11573-016-0819-3>

Schultze, W., & Trommer, R. (2012). The concept of environmental performance and its measurement in empirical studies. *Journal of Management Control*, 22(4), 375-412. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00187-011-0146-3>

Semenova, N. (2010, June). Corporate environmental performance: Consistency of metrics and identification of drivers. In *Proceedings of the PRI Academic Conference*. Disponível em < [https://www.researchgate.net/profile/Natalia-Semenova-2/publication/46466194\\_On\\_the\\_Validity\\_of\\_Environmental\\_Performance\\_Metrics/links/0046352bb2f57c8d79000000/On-the-Validity-of-Environmental-Performance-Metrics.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Natalia-Semenova-2/publication/46466194_On_the_Validity_of_Environmental_Performance_Metrics/links/0046352bb2f57c8d79000000/On-the-Validity-of-Environmental-Performance-Metrics.pdf) >.

Severo, E. A., de Guimarães, J. C. F., & Dorion, E. C. H. (2017). Cleaner production and environmental management as sustainable product innovation antecedents: A



survey in Brazilian industries. *Journal of Cleaner Production*, 142, 87-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.090>

Singh, N., Jain, S., & Sharma, P. (2014). Determinants of proactive environmental management practices in Indian firms: an empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 66, 469-478. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.055>

Somekh, B., & Lewin, C. (Eds.). (2005). *Research methods in the social sciences*. Sage.

Sönnichsen, N. (2021). Global oil production in barrels 1998-2020. In Statista - The Statistics Portal. Disponível em < <https://www.statista.com/statistics/265203/global-oil-production-since-in-barrels-per-day/#statisticContainer> >.

Steffen, W., & Smith, M. S. (2013). Planetary boundaries, equity and global sustainability: Why wealthy countries could benefit from more equity. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(3-4), 403-408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.04.007>

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223). DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

Sutantoputra, A. W., Lindorff, M., & Johnson, E. P. (2012). The relationship between environmental performance and environmental disclosure. *Australasian Journal of Environmental Management*, 19(1), 51-65. DOI: <https://doi.org/10.1080/14486563.2011.646752>

Szennay, Á., Szigeti, C., Beke, J., & Radácsi, L. (2021). Ecological Footprint as an Indicator of Corporate Environmental Performance: Empirical Evidence from Hungarian SMEs. *Sustainability*, 13(2), 1000. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13021000>

Telles, R. (2001). A efetividade da “matriz de amarração” de Mazzon nas pesquisas de Administração. *Revista de Administração*, São Paulo, 36, 4, 64-72. Disponível em < <http://rausp.usp.br/wp-content/uploads/files/v36n4p64ap72.pdf> >.

Trumpp, C., Endrikat, J., Zopf, C., & Guenther, E. (2015). Definition, conceptualization, and measurement of corporate environmental performance: A critical examination of a multidimensional construct. *Journal of Business Ethics*, 126(2), 185-204. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10551-013-1931-8>

Tyteca, D. (1997). Linear programming models for the measurement of environmental performance of firms—concepts and empirical results. *Journal of Productivity Analysis*, 8(2), 183-197. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1013296909029>

Tyteca, D., Carlens, J., Berkhout, F., Hertin, J., Wehrmeyer, W., Wagner, M. (2002). Corporate environmental performance evaluation: evidence from the MEPI project. *Business Strategy and the Environment*. 11, 1e13. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.312>

Uhlaner, L. M., Berent-Braun, M. M., Jeurissen, R. J., & de Wit, G. (2012). Beyond size: Predicting engagement in environmental management practices of Dutch SMEs. *Journal of Business Ethics*, 109(4), 411-429. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10551-011-1137-x>

Ursul, A., Tirdea, T., & Ursul, T. (2018). Limits to growth and achievement of global sustainability. *Philosophy and Cosmology*, 21, 42-51. DOI: <https://doi.org/10.29202/phil-cosm/21/5>

Vargas-Gonzalez, M., Witte, F., Martz, P., Gilbert, L., Humbert, S., Jolliet, O., ... & L'Haridon, J. (2019). Operational life cycle impact assessment weighting factors based on planetary boundaries: applied to cosmetic products. *Ecological Indicators*, 107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105498>

Walls, J. L., Phan, P. H., & Berrone, P. (2011). Measuring environmental strategy: Construct development, reliability, and validity. *Business & Society*, 50(1), 71-115. DOI: <https://doi.org/10.1177/0007650310394427>

Whiteman, G., Walker, B., & Perego, P. (2013). Planetary boundaries: Ecological foundations for corporate sustainability. *Journal of Management Studies*, 50(2), 307-336. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2012.01073.x>

Xie, S., & Hayase, K. (2007). Corporate environmental performance evaluation: a measurement model and a new concept. *Business Strategy and the Environment*, 16(2), 148-168. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.493>

Yang, M. G. M., Hong, P., & Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 129(2), 251-261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.017>

Yeeles, A. (2018). Business as usual. *Nature Climate Change*, 8, 13. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0051-3>

Yu, W., & Ramanathan, R. (2016). Environmental management practices and environmental performance: The roles of operations and marketing capabilities. *Industrial Management & Data Systems*. DOI: <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2015-0380>

Zailani, S., Jeyaraman, K., Vengadasan, G., & Premkumar, R. (2012). Sustainable supply chain management (SSCM) in Malaysia: A survey. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 330-340. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.02.008>

Zheng, S., He, C., Hsu, S. C., Sarkis, J., & Chen, J. H. (2020). Corporate environmental performance prediction in China: An empirical study of energy service companies. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121395. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121395>

Ziegler, A., Busch, T., & Hoffmann, V. H. (2011). Disclosed corporate responses to climate change and stock performance: An international empirical analysis. *Energy Economics*, 33(6), 1283-1294. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.03.007>

Zipper, S. C., Jaramillo, F., Wang-Erlandsson, L., Cornell, S. E., Gleeson, T., Porkka, M., ... & Gordon, L. (2020). Integrating the water planetary boundary with water management from local to global scales. *Earth's Future*, 8(2). DOI: <https://doi.org/10.1029/2019EF001377>

## APÊNDICE

### Apêndice A

*Comparação entre os Indicadores Apresentados no Estudo de Trumpp et al. (2015) e os Indicadores Disponíveis Atualmente no Refinitiv Eikon Datastream ASSET4*

Dimensão	Código Datastream	Questões Apresentadas pelo ASSET4	Código Datastream Atualizado	Nome Atualizado	Descrição Atualizada
<b>Trumpp et al. (2015)</b>			<b>Datastream ESG Glossary (2020)</b>		
<b>Política Ambiental</b>	ENRRDP0012	A empresa possui política para melhorar sua eficiência energética?	ENRRDP0122	Política de Eficiência Energética	A empresa possui política para melhorar sua eficiência energética? - No escopo estão as várias formas de processos / mecanismos / procedimentos para melhorar o uso de energia em operação de forma eficiente - Sistema ou um conjunto de processos formais documentados para o uso eficiente de energia e impulsionando a melhoria contínua
	ENRRDP0013	A empresa possui uma política geral e multifacetada em relação à eficiência de recursos?	Sem referência atualizada.		
	ENRRDP0014	A empresa possui política para aprimorar o uso de embalagens sustentáveis?	ENRRDP0124	Política de Embalagem Sustentável	A empresa possui política para aprimorar o uso de embalagens sustentáveis? - Descrição dos processos / procedimentos utilizados como embalagens sustentáveis ou para reduzir o uso de embalagens para produtos pela empresa - Informações sobre embalagens ecológicas (eficientes em termos de recursos e energia) - Embalagens verdes, embalagens retornáveis, embalagens biodegradáveis
	ENRRDP0011	A empresa possui política para melhorar a eficiência hídrica?	ENRRDP0121	Política de Eficiência Hídrica	A empresa possui política para melhorar a eficiência hídrica? - No escopo estão as várias formas de processos / mecanismos / procedimentos para melhorar o uso da água na operação de forma eficiente - Sistema ou um conjunto de processos formais documentados para o uso eficiente de água e impulsionando a melhoria contínua
	ENRRDP0015	A empresa possui política para diminuir o impacto ambiental de sua cadeia de suprimentos?	ENRRD01V	Política de Redução de Recursos	A empresa possui política de redução do uso de recursos naturais ou de impacto ambiental em sua cadeia de suprimentos?

	ENPIDP0013	A empresa possui política de desmaterialização?	Sem referência atualizada.		
	ENPIDP0012	A empresa tem uma política de eco design?	Sem referência atualizada.		
	ENPIDP0011	A empresa possui uma política de avaliação do ciclo de vida do produto?	Sem referência atualizada.		
	ENPIDP0014	A empresa tem uma política geral e multifacetada em relação à inovação ambiental de produtos?	Sem referência atualizada.		
<b>Objetivos Ambientais</b>	ENRRDP0192	A empresa estabeleceu metas ou objetivos a serem alcançados em eficiência energética?	ENRRDP0192	Metas de Eficiência Energética	A empresa estabeleceu metas ou objetivos a serem alcançados em eficiência energética? - No escopo, são as metas de redução de curto ou longo prazo a serem alcançadas com o uso eficiente de energia das operações dos negócios
	ENRRDP0193	A empresa define metas ou objetivos a serem alcançados na eficiência geral dos recursos?	ENRRDP04V	Metas de Redução de Recursos	A empresa define objetivos específicos a serem alcançados na eficiência de recursos?
	ENRRDP0194	A empresa estabelece metas ou objetivos a serem alcançados no uso de embalagens sustentáveis?	Sem referência atualizada.		
	ENRRDP0191	A empresa estabelece metas ou objetivos a serem alcançados em termos de eficiência hídrica?	ENRRDP0191	Metas de Eficiência Hídrica	A empresa estabelece metas ou objetivos a serem alcançados em termos de eficiência hídrica? - No escopo, são as metas de redução de curto ou longo prazo a serem alcançadas com o uso eficiente da água nas operações dos negócios
	ENRRDP0195	A empresa estabelece metas ou objetivos a serem alcançados quanto ao impacto ambiental de sua cadeia de suprimentos?	Sem referência atualizada.		
	<b>Processos Ambientais</b>	ENRRDP058	A empresa utiliza critérios ambientais (ISO 14000, consumo de energia, etc.) no processo de seleção de seus fornecedores ou parceiros terceirizados?	ENRRDP058	Gestão da Cadeia de Suprimento Ambiental
ENRRDP029		A empresa afirma usar critérios ambientais (por exemplo, avaliação do ciclo de vida) para obter ou eliminar materiais?	ENRRDP029	Fornecimento de Materiais Ambientais	A empresa afirma usar critérios ambientais (por exemplo, avaliação do ciclo de vida) para obter ou eliminar materiais?
ENRRDP0122		A empresa descreve, afirma ter ou menciona processos em vigor para melhorar sua eficiência energética?	ENRRDP0122	Política de Eficiência Energética	A empresa tem política para melhorar sua eficiência energética? - No escopo estão as várias formas de processos / mecanismos / procedimentos para melhorar o uso de energia em operação de forma eficiente

				- Sistema ou um conjunto de processos formais documentados para o uso eficiente de energia e impulsionando a melhoria contínua	
ENRRDP0123	A empresa descreve, afirma ter ou mencionar processos em vigor para melhorar sua eficiência de recursos em geral?		Sem referência atualizada.		
ENRRDP0124	A empresa descreve, afirma ter ou citar processos em vigor para melhorar o uso de embalagens sustentáveis?	ENRRDP0124	Política de Embalagem Sustentável	A empresa tem política para aprimorar o uso de embalagens sustentáveis? - Descrição dos processos / procedimentos utilizados como embalagens sustentáveis ou para reduzir o uso de embalagens para produtos pela empresa - Informações sobre embalagens ecológicas (eficientes em termos de recursos e energia) - Embalagens verdes, embalagens retornáveis, embalagens biodegradáveis	
ENRRDP0121	A empresa descreve, afirma ter ou menciona processos em vigor para melhorar sua eficiência hídrica?	ENRRDP0121	Política de Eficiência Hídrica	A empresa tem política para melhorar a eficiência hídrica? - No escopo estão as várias formas de processos / mecanismos / procedimentos para melhorar o uso da água na operação de forma eficiente - Sistema ou um conjunto de processos formais documentados para o uso eficiente de água e impulsionando a melhoria contínua	
Estrutura Organizacional	ENRRDP008	A empresa treina seus funcionários em questões ambientais?	ENRRDP008	Treinamento de Gestão Ambiental	A empresa treina seus funcionários em questões ambientais? - Treinamento relacionado ao meio ambiente (redução de recursos e redução de emissões) para funcionários, fornecido pela empresa ou por treinadores externos - Em foco, inclui o treinamento do código de conduta abrangendo os aspectos ambientais
	ENRRDP004	A empresa possui equipe de gestão ambiental?	ENRRDP004	Equipe de Gestão Ambiental	A empresa possui equipe de gestão ambiental? - No escopo estão qualquer equipe que desempenhe as funções dedicadas às questões ambientais - Um indivíduo ou equipe em qualquer nível composta por funcionários, mesmo que o nome da equipe seja diferente, realizando a implementação da estratégia ambiental - É importante entender que os membros da equipe incluem funcionários da empresa, que estão operando no dia a dia e não são dos Comitês de Conselho (diretores)
	ENERDP073	A empresa afirma ter uma certificação ISO 14000 ou EMAS?	ENERDP073	ISO 14000 ou EMS	A empresa afirma ter uma certificação ISO 14000 ou EMS? - Qualquer local individual que tenha a certificação ISO-14001 é uma informação qualificada

				- Apenas declarar a adesão à ISO 14000 ou seguir as políticas da ISO 14000 não se qualifica, a certificação é necessária
	ENERDP0053	A empresa descreve, afirma ter ou menciona processos em vigor para manter um sistema de gestão ambiental?	Sem referência atualizada.	
	ENRRDP0132	A empresa afirma usar indicadores-chave de desempenho (KPI) ou o balanced scorecard para monitorar a eficiência energética?	Sem referência atualizada.	
	ENRRDP0133	A empresa afirma usar indicadores-chave de desempenho (KPI) ou o balanced scorecard para monitorar a eficiência dos recursos em geral?	Sem referência atualizada.	
	ENRRDP0134	A empresa afirma usar indicadores-chave de desempenho (KPI) ou o balanced scorecard para monitorar o uso de embalagens sustentáveis?	Sem referência atualizada.	
<b>Monitoramento Ambiental</b>	ENRRDP0131	A empresa afirma usar indicadores-chave de desempenho (KPI) ou o balanced scorecard para monitorar a eficiência hídrica?	Sem referência atualizada.	
	ENRRDP0135	A empresa afirma usar indicadores-chave de desempenho (KPI) ou o balanced scorecard para monitorar o impacto ambiental de sua cadeia de suprimentos?	Sem referência atualizada.	
	ENRRDP066	A empresa realiza pesquisas de desempenho ambiental de seus fornecedores?	ENRRDP066	Monitoramento da Cadeia de Suprimento Ambiental A empresa realiza pesquisas de desempenho ambiental de seus fornecedores? - Qualquer evidência de que a empresa monitora seus fornecedores em questões ambientais por meio de pesquisas, auditorias, visitas ao local do fornecedor e questionário

Fonte: Trumpp et al. (2015) e Refinitiv Datastream ESG Glossary (2019).

## Apêndice B

### Detalhamento Geográfico da Amostra

#	Nome da Empresa	País de Origem	Países de Operação de Extração
1	Woodside Petroleum Ltd	Austrália	Austrália
2	Beach Energy Ltd	Austrália	Austrália e Nova Zelândia
3	Senex Energy Ltd	Austrália	Austrália
4	Gulf Keystone Petroleum Ltd	Bermuda	Iraque
5	Canacol Energy Ltd	Canadá	Colômbia e Equador
6	Parex Resources Inc	Canadá	Colômbia
7	MEG Energy Corp	Canadá	Canadá
8	Prairiesky Royalty Ltd	Canadá	Canadá
9	Frontera Energy Corp	Canadá	Colômbia e Peru
10	Canadian Natural Resources Ltd	Canadá	Canadá, Reino Unido e Costa do Marfim
11	Gran Tierra Energy Inc	Canadá	Canadá e Colômbia
12	Crescent Point Energy Corp	Canadá	Canadá
13	Enerplus Corp	Canadá	Canadá
14	Whitecap Resources Inc	Canadá	Canadá
15	Nuvista Energy Ltd	Canadá	Canadá
16	Tourmaline Oil Corp	Canadá	Canadá
17	Baytex Energy Corp	Canadá	Canadá e Estados Unidos
18	ARC Resources Ltd	Canadá	Canadá
19	Advantage Energy Ltd	Canadá	Canadá
20	Peyto Exploration & Development Corp	Canadá	Canadá
21	Birchcliff Energy Ltd	Canadá	Canadá
22	Athabasca Oil Corp	Canadá	Canadá
23	Paramount Resources Ltd	Canadá	Canadá
24	CNOOC Ltd	China	China
25	Ecopetrol SA	Colômbia	Colômbia
26	GeoPark Ltd	Colômbia	Colômbia, Equador, Argentina, Brasil, Chile e Peru
27	Oil and Natural Gas Corporation Ltd	Índia	Índia, Brasil, Colômbia, Cuba, Venezuela, Vietnã, Mianmar, Rússia, Cazaquistão, Líbia, Nigéria, Sudão e Moçambique
28	International Petroleum Corp	Internacional	Canadá, Malásia e França
29	Pharos Energy PLC	Internacional	Vietnã, Egito e Israel
30	Tullow Oil PLC	Irlanda	Costa do Marfim, Gabão, Gana, Quênia, Mauritânia, Reino Unido, Argentina e Guiana
31	Inpex Corp	Japão	Indonésia e Austrália
32	Japan Petroleum Exploration Co Ltd	Japão	Canadá, Indonésia, Líbia, Rússia, Irã, Iraque e Estados Unidos
33	Vista Oil & Gas SAB de CV	México	México, Argentina, Brasil e Colômbia
34	Seplat Energy PLC	Nigéria	Nigéria
35	Aker BP ASA	Noruega	Noruega



36	Dno ASA	Noruega	Noruega, Iraque, Reino Unido e Iémen
37	Lundin Energy AB	Suécia	Noruega
38	Maha Energy AB	Suécia	Brasil, Estados Unidos e Omã
39	Tethys Oil AB	Suécia	Omã
40	PTT Exploration and Production PCL	Tailândia	Tailândia, Austrália, Estados Unidos, Canadá, Brasil, Argélia, Angola, Moçambique, Cazaquistão, Emirados Árabes Unidos, Omã, Mianmar, Vietnã, Malásia e Indonésia
41	Capricorn Energy PLC	Reino Unido	Reino Unido, Egito, Israel, Mauritânia, México e Suriname
42	Harbour Energy PLC	Reino Unido	Reino Unido, Noruega, México, Brasil, Ilhas Malvinas, Vietnã e Indonésia
43	Energean PLC	Reino Unido	Reino Unido, Israel, Egito, Itália, Croácia, Montenegro e Grécia
44	Serica Energy PLC	Reino Unido	Reino Unido
45	Genel Energy PLC	Reino Unido	Turquia e Iraque
46	Hurricane Energy PLC	Reino Unido	Reino Unido
47	Hess Corp	Estados Unidos	Guiana e México
48	Occidental Petroleum Corp	Estados Unidos	Estados Unidos, Omã, Emirados Árabes Unidos, Argélia, Colômbia, Canadá e Chile
49	Conocophillips	Estados Unidos	Estados Unidos, Canadá, Colômbia, Noruega, Líbia, Catar, China, Indonésia, Austrália e Malásia
50	APA Corp (US)	Estados Unidos	Estados Unidos
51	Marathon Oil Corp	Estados Unidos	Estados Unidos e Guiné Equatorial
52	Range Resources Corp	Estados Unidos	Estados Unidos
53	Devon Energy Corp	Estados Unidos	Estados Unidos
54	Ovintiv Inc	Estados Unidos	Estados Unidos e Canadá
55	Diamondback Energy Inc	Estados Unidos	Estados Unidos
56	Pioneer Natural Resources Co	Estados Unidos	Estados Unidos
57	EOG Resources Inc	Estados Unidos	Estados Unidos
58	EQT Corp	Estados Unidos	Estados Unidos
59	Murphy Oil Corp	Estados Unidos	Estados Unidos, Austrália, Brasil, Brunei, México e Vietnã
60	Chesapeake Energy Corp	Estados Unidos	Estados Unidos
61	Antero Resources Corp	Estados Unidos	Estados Unidos
62	Laredo Petroleum Inc	Estados Unidos	Estados Unidos
63	CNX Resources Corp	Estados Unidos	Estados Unidos
64	Matador Resources Co	Estados Unidos	Estados Unidos
65	PDC Energy Inc	Estados Unidos	Estados Unidos
66	Continental Resources Inc	Estados Unidos	Estados Unidos
67	Callon Petroleum Co	Estados Unidos	Estados Unidos
68	Comstock Resources Inc	Estados Unidos	Estados Unidos

Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações disponíveis no sumário do banco de dados ASSET4 ESG – Refinitiv Eikon.

## Apêndice C

### Exemplo de Detalhamento de Cálculo do Downscaling dos Limites Biofísicos das Fronteiras Planetárias de Mudanças Climáticas e Uso de Água Doce para o Nível de Análise de Empresas

Título	Cálculo	Referência	
<b>Limite Biofísico de Mudanças Climáticas</b>	Emissão de CO <sub>2</sub> <i>per capita</i> : 1,6 toneladas/ano	Zipper et al. (2020)	
	x Estimativa Populacional: 7,7 bilhões de habitantes	O'Neill et al. (2018)	
	= 12.320.000.000 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano	Nações Unidas (2019) Nykvist et al. (2013) Dao et al. (2018)	
<b>Limite Biofísico Biofísico de Mudanças Climáticas do Setor de Óleo e Gás no Segmento de Upstream</b>	Limite Biofísico de Mudanças Climáticas: 12.320.000.000 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano		
	x Representatividade do Setor de Óleo e no total de emissões global de CO <sub>2</sub> : 7%	Galán-Martín et al. (2021)	
	x Representatividade do Segmento de Upstream no total de emissões de CO <sub>2</sub> no setor: 5%	Masnadi et al. (2018)	
	= 12.320.000.000 * 7% * 5% = 43.120.000 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano		
<b>Limite Biofísico Uso de Água Doce</b>	Consumo de H <sub>2</sub> O <i>per capita</i> : 574 m <sup>3</sup> /ano	Zipper et al. (2020)	
	x Estimativa Populacional: 7,7 bilhões de habitantes	O'Neill et al. (2018)	
	= 4.419.800.000.000 m <sup>3</sup> /ano	Nações Unidas (2019) Nykvist et al. (2013) Dao et al. (2018)	
<b>Limite Biofísico Biofísico de Uso de Água Doce do Setor de Óleo e Gás no Segmento de Upstream</b>	Limite Biofísico de Uso de Água Doce: 4.419.800.000.000 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O/ano		
	x Consumo de água Doce do Setor de Óleo e Gás: 2%	Exxon Mobil (2018)	
	x Participação do Segmento de Upstream no Setor de Óleo e Gás: 38%	Globe Neswire (2021) IBISWorld (2022)	
	= 4.419.800.000.000 * 2% * 38% = 34.016.996.440 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano		
<b>Produção Global Total</b>	Produção: 88,4 milhões de barris/dia		
	x 366 dias	Sönnichsen (2021)	
	= 32.354.400.000 de barris/ano		
<b>Rate de Participação</b>	Hess Corp. Total de Produção de 2020: 65.110.000 barris	Canacol Energy Ltd. Total de Produção de 2020: 11.094.558 barris	
	/ Produção Global Total: 32.354.400.000 barris	/ Produção Global Total: 32.354.400.000 barris	Zipper et al. (2020)
	= 0,00201	= 0,00034	

<b>Limite Biofísico Individual de Mudanças Climáticas</b>	Rate de Participação:0,00201 x Limite Biofísico de Mudanças Climáticas do Setor de Óleo e Gás no Segmento de <i>Upstream</i> : 43.120.000 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano = 86.671 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano	Rate de Participação:0,00034 x Limite Biofísico de Mudanças Climáticas do Setor de Óleo e Gás no Segmento de <i>Upstream</i> : 43.120.000 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano = 14.660 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano	Zipper et al. (2020)
	Liminite Biofísico Individual: 86.671 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano <i>versus</i> Total de Emissões Equivalentes de CO <sub>2</sub> Reportado pela Empresa em 2020: 3.700.000 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano  86.671 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano < 3.700.000 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano	Liminite Biofísico Individual: 14.660 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano <i>versus</i> Total de Emissões Equivalentes de CO <sub>2</sub> Reportado pela Empresa em 2020: 24.104 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano  14.660 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano < 24.104 toneladas de CO <sub>2</sub> /ano	
<b>Comparação com Desempenho Atual para Mudanças Climáticas</b>	FORA do Limite Biofísico	FORA do Limite Biofísico	Zipper et al. (2020)
	Rate de Participação:0,00201 x Limite Biofísico de Uso de Água Doce do Setor de Óleo e Gás no Segmento de <i>Upstream</i> : 34.016.996.440 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano = 68.455.809 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano	Rate de Participação: 0,00034 x Limite Biofísico de Uso de Água Doce do Setor de Óleo e Gás no Segmento de <i>Upstream</i> : 34.016.996.440 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano = 11.664.674 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano	
<b>Limite Biofísico Individual de Uso de Água Doce</b>	Liminite Biofísico Individual: 68.455.809 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano <i>versus</i> Total de Retirada de Água Doce: 3.842.540 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano  68.455.809 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano > 3.842.540 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano DENTRO do Limite Biofísico	Liminite Biofísico Individual: 11.664.674 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano <i>versus</i> Total de Retirada de Água Doce: 296.000 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano  11.664.674 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano > 296.000 m <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> O /ano DENTRO do Limite Biofísico	Zipper et al. (2020)
	<b>Comparação com Desempenho Atual para Uso de Água Doce</b>		

Fonte: Elaborado pela autora.

## Apêndice D

### Classificação da Amostra de acordo com o Pressuposto de Downscaling

#	Nome da Empresa	Fronteira Planetária de Mudanças Climáticas	Fronteira Planetária de Uso de Água Doce
1	Advantage Energy Ltd	Fora	Fora
2	Aker BP ASA	Dentro	Dentro
3	Antero Resources Corp	Fora	Dentro
4	APA Corp (US)	Fora	Fora
5	ARC Resources Ltd	Fora	Dentro
6	Athabasca Oil Corp	Fora	Fora
7	Baytex Energy Corp	Fora	Fora
8	Beach Energy Ltd	Fora	Fora
9	Birchcliff Energy Ltd	Fora	Dentro
10	Callon Petroleum Co	Fora	Dentro
11	Canacol Energy Ltd	Dentro	Dentro
12	Canadian Natural Resources Ltd	Fora	Dentro
13	Capricorn Energy PLC	Dentro	Dentro
14	Chesapeake Energy Corp	Fora	Dentro
15	CNOOC Ltd	Fora	Dentro
16	CNX Resources Corp	Fora	Fora
17	Comstock Resources Inc	Fora	Fora
18	Conocophillips	Fora	Dentro
19	Continental Resources Inc	Fora	Dentro
20	Crescent Point Energy Corp	Fora	Dentro
21	Devon Energy Corp	Fora	Dentro
22	Diamondback Energy Inc	Fora	Dentro
23	Dno ASA	Dentro	Dentro
24	Ecopetrol SA	Fora	Dentro
25	Energean PLC	Fora	Dentro
26	Enerplus Corp	Fora	Dentro
27	EOG Resources Inc	Fora	Dentro
28	EQT Corp	Fora	Fora
29	Frontera Energy Corp	Dentro	Dentro
30	Genel Energy PLC	Dentro	Dentro
31	GeoPark Ltd	Fora	Dentro
32	Gran Tierra Energy Inc	Fora	Dentro
33	Gulf Keystone Petroleum Ltd	Fora	Dentro
34	Harbour Energy PLC	Fora	Dentro
35	Hess Corp	Fora	Dentro

36	Hurricane Energy PLC	Fora	Dentro
37	Inpex Corp	Fora	Dentro
38	International Petroleum Corp	Fora	Dentro
39	Japan Petroleum Exploration Co Ltd	Fora	Dentro
40	Laredo Petroleum Inc	Fora	Dentro
41	Lundin Energy AB	Dentro	Dentro
42	Maha Energy AB	Fora	Dentro
43	Marathon Oil Corp	Fora	Dentro
44	Matador Resources Co	Fora	Dentro
45	MEG Energy Corp	Fora	Dentro
46	Murphy Oil Corp	Fora	Dentro
47	Nuvista Energy Ltd	Fora	Fora
48	Occidental Petroleum Corp	Fora	Dentro
49	Oil and Natural Gas Corporation Ltd	Fora	Dentro
50	Ovintiv Inc	Fora	Dentro
51	Paramount Resources Ltd	Fora	Dentro
52	Parex Resources Inc	Dentro	Dentro
53	PDC Energy Inc	Fora	Dentro
54	Peyto Exploration & Development Corp	Fora	Dentro
55	Pharos Energy PLC	Fora	Dentro
56	Pioneer Natural Resources Co	Fora	Dentro
57	Prairiesky Royalty Ltd	Dentro	Dentro
58	PTT Exploration and Production PCL	Fora	Dentro
59	Range Resources Corp	Dentro	Dentro
60	Senex Energy Ltd	Fora	Dentro
61	Seplat Energy PLC	Fora	Dentro
62	Serica Energy PLC	Fora	Fora
63	Tethys Oil AB	Fora	Dentro
64	Tourmaline Oil Corp	Fora	Dentro
65	Tullow Oil PLC	Fora	Dentro
66	Vista Oil & Gas SAB de CV	Fora	Dentro
67	Whitecap Resources Inc	Fora	Dentro
68	Woodside Petroleum Ltd	Fora	Dentro

Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações disponíveis no banco de dados ASSET4 ESG – Refinitiv Eikon e de acordo com o pressuposto do modelo proposto por esse estudo.