

# Estratégias para um futuro sustentável na indústria calçadista diante das emissões de gases de efeito estufa (GEE)

*Strategies for a sustainable future in the footwear industry in the face of greenhouse gas emissions (GHG)*

Camila Fagundes <sup>1</sup>

Dusan Schreiber <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutorado em Qualidade Ambiental. Professora e Pesquisadora, Grupo de Pesquisa em Gestão, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil  
E-mail: cfagundes.adm@gmail.com

<sup>2</sup> Doutorado em Qualidade Ambiental, Professor e Pesquisador, Grupo de Pesquisa em Gestão, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil  
E-mail: dusan@feevale.br

doi:10.18472/SustDeb.v15n1.2024.52330

Received: 20/01/2024  
Accepted: 11/04/2024

ARTICLE-VARIA

## RESUMO

Apesar dos esforços das indústrias de calçados e têxtil para compreenderem suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e desenvolverem estratégias de redução, o conhecimento sobre o tema ainda é incipiente. Diante desse cenário, o objetivo deste artigo é mapear, quantificar e apresentar as principais fontes de GEE desse setor econômico, seguido pela proposição de soluções visando uma gestão mais eficiente. Para alcançar esse propósito, realizou-se um estudo qualitativo e quantitativo com quatro empresas situadas no Sul do Brasil. Entre as principais fontes de emissões destacam-se o consumo de combustível e energia. As principais alternativas de redução incluem a busca por combustíveis alternativos e a consideração da geração de energia através de fontes limpas. Percebe-se que a implementação de iniciativas voltadas para a redução de emissões não é uma tarefa simples. No entanto, a pesquisa evidenciou a viabilidade técnica de novas formas de produção com um impacto ambiental reduzido.

**Palavras-chave:** Indústria Calçadista. Gases de Efeito Estufa. Programa Brasileiro GHG Protocol. Estratégia. Futuro Sustentável.

## ABSTRACT

*In spite of the efforts of the footwear and textile industries to understand their greenhouse gas (GHG) emissions and develop reduction strategies, knowledge on the subject is still incipient. Given this scenario, this paper aims to identify, quantify, and present the main sources of GHG in this economic sector, followed by proposing solutions aimed at more efficient management. A qualitative and quantitative study was conducted with four companies in southern Brazil to achieve this purpose. Among the*

*main sources of emissions are fuel and energy consumption. The main reduction alternatives include searching for alternative fuels and considering energy generation through clean sources. It is clear that implementing initiatives aimed at reducing emissions is not a simple task. However, the research highlighted the technical feasibility of new forms of production with a reduced environmental impact.*

**Keywords:** Footwear Industry. Greenhouse Gases. Brazil GHG Protocol Program. Strategy. Sustainable Future.

## 1 INTRODUÇÃO

A mudança climática surgiu como um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade no século XXI. O aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) resultante das atividades humanas contribui significativamente para as mudanças no clima global. A Terra está testemunhando uma mudança climática sem precedentes, evidenciada por eventos extremos, como furacões mais intensos, secas prolongadas e aumento do nível do mar. Esses fenômenos não apenas representam uma ameaça para a biodiversidade e os ecossistemas, mas também têm implicações diretas para a estabilidade econômica e social global (IPCC, 2023; Lima *et al.*, 2020).

No período de 2011 a 2020, a temperatura global registrou um aumento médio de 1,1°C em comparação com o período de 1850 a 1900, sendo esse aumento atribuído às emissões de GEE. A cada ano, há um aumento progressivo na emissão desses gases (Adedeji *et al.*, 2019). Em 2018, as emissões atingiram a marca de 48,9 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2-eq</sub>), e, em 2022, esse número alcançou 50 GtCO<sub>2-eq</sub> (Ghimouz *et al.*, 2023; IPCC, 2023).

Esse resultado está intrinsecamente ligado ao significativo crescimento na geração de energia a partir de fontes fósseis, mudanças no uso da terra, bem como ao desmatamento descontrolado que ocorre em várias partes do mundo, mas especialmente no Brasil. Essas atividades humanas intensivas desempenharam um papel crucial na escalada das mudanças climáticas, destacando a necessidade premente de transição para práticas mais sustentáveis e redução das emissões de GEE (IPCC, 2023). Em resposta à urgência das mudanças climáticas, há uma pressão crescente para que as organizações adotem práticas mais sustentáveis e minimizem suas emissões de GEE. Notavelmente, as indústrias de bens de consumo e moda, como as indústrias de calçados e têxteis, apresentam um modelo de produção linear, que representa o paradigma dominante nesse setor (Ghimouz *et al.*, 2023). Nesse contexto, a busca por estratégias inovadoras e responsáveis se torna não apenas uma necessidade ambiental, mas também uma oportunidade para as empresas liderarem o caminho em direção a um futuro com baixas emissões de carbono (Gallego-Alvarez *et al.*, 2015).

Diante desse cenário, o propósito deste trabalho é mapear e quantificar as emissões de GEE das indústrias de calçados localizadas na Região Sul do Brasil e, em seguida, identificar possibilidades para reduzir essas emissões. A medição precisa das emissões de GEE é essencial para compreender e controlar o impacto ambiental das operações industriais. Para alcançar o objetivo estabelecido, foi realizado um estudo de caso múltiplo, envolvendo abordagens quantitativas e qualitativas em quatro indústrias de calçados localizadas na região mencionada, durante o período de agosto a dezembro de 2023. Na fase qualitativa, foi empregada a premissa da triangulação de dados, por meio de entrevistas semiestruturadas, pesquisa documental e observação não participante, seguindo as diretrizes propostas por Yin (2015).

Para a etapa quantitativa da pesquisa, foi utilizada a metodologia do Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP), para a meticulosa quantificação das emissões de GEE associadas às operações das empresas envolvidas, visando à identificação posterior de oportunidades de redução. De acordo com Caldeira *et al.* (2022), essa é a metodologia mais amplamente utilizada no Brasil, desenvolvida pela Fundação Getúlio Vargas.

Os esforços voltados para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) exigem a compilação precisa e consistente de inventários de emissões de GEE em diversos setores econômicos. Esses inventários servem como documentação crucial das emissões de GEE decorrentes de diversas atividades econômicas ao longo de períodos específicos (Aguiar *et al.*, 2016; Chandrakumar *et al.*, 2019; Ding *et al.*, 2019). As descobertas derivadas desses inventários desempenham um papel fundamental na informação de políticas e estratégias nacionais relacionadas à ação climática, fundamentadas em metodologias estabelecidas (Abreu *et al.*, 2014; Singh *et al.*, 2014).

Vale ressaltar que, das emissões totais de gases de efeito estufa em 2022 (50 GtCO<sub>2-eq</sub>), aproximadamente 1,7 GtCO<sub>2-eq</sub> corresponde à contribuição da indústria têxtil e de calçados em escala global, representando 8,5% do total. Além disso, estima-se que essa indústria específica emitirá 2,7 GtCO<sub>2-eq</sub> em 2030, refletindo um aumento significativo de 63% em relação aos níveis anteriores (Ghimouz *et al.*, 2023).

Nesse sentido, esta pesquisa busca promover a criação de estratégias mais sustentáveis e eficientes, alinhadas ao compromisso de reduzir pegadas ambientais e incentivar práticas mais responsáveis dentro do mercado de calçados na região.

O crescente desejo dos consumidores por produtos sustentáveis é cada vez mais evidente (Kumar; Carolin, 2020; Pimenta *et al.*, 2023). Além disso, os números apresentados pela Abicalçados (2023) e por Pimenta *et al.* (2023) destacam que, em 2022, o Brasil produziu 840 milhões de pares de sapatos, exportando 143 milhões para 170 destinos diferentes, responsáveis pela geração de 266 mil empregos formais em 5,4 mil empresas em todo o país. Esse volume significativo resultou em receitas que excedem R\$ 25,2 bilhões, consolidando o país como o 5º maior produtor de calçados do mundo. Esses dados destacam a importância do setor para a economia brasileira, enquanto este estudo visa orientar a indústria a adotar práticas mais sustentáveis, contribuindo para um futuro mais responsável e equilibrado. Por essa razão, o objetivo deste trabalho é identificar, quantificar e apresentar as principais fontes de GEE nesse setor econômico, seguido pela proposição de soluções destinadas a uma gestão mais eficiente.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças contemporâneas à estabilidade de nosso planeta. Causadas principalmente pelas emissões excessivas de gases de efeito estufa resultantes de atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento, essas emissões têm impactos significativos nos ecossistemas, no clima e nas comunidades ao redor do mundo (IPCC, 2023).

Os gases de efeito estufa são substâncias presentes na atmosfera que têm a capacidade de absorver e reemitir radiação térmica originária da superfície da Terra. Essa capacidade cria um efeito semelhante ao que ocorre em uma estufa, permitindo que parte do calor solar seja retido na atmosfera e contribuindo para o aquecimento do planeta (IPCC, 2023). Embora esse fenômeno natural seja essencial para manter a temperatura da Terra em níveis adequados para a vida, as atividades humanas intensificaram a concentração de alguns desses gases, agravando o efeito estufa e causando mudanças climáticas significativas.

Os principais gases de efeito estufa incluem dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), ozônio troposférico (O<sub>3</sub>), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) (Serweta *et al.*, 2019). Para tornar o impacto desses gases nas mudanças climáticas mais compreensível, a quantidade emitida por eles é quantificada pelo equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2e</sub>), medido em toneladas (tCO<sub>2e</sub>) ou quilogramas (kgCO<sub>2e</sub>) (IPCC, 2023; PBGHGP, 2023; Serweta *et al.*,

2019). Essa equivalência torna possível comparar as emissões de GEE usando uma escala de avaliação comum. No entanto, é importante observar que diferentes gases contribuem para o aquecimento global em graus diferentes, medidos por meio de um indicador chamado “potencial de aquecimento global” ou mais conhecido pela sigla GWP (IPCC, 2023; PBGHGP, 2023; Serweta *et al.*, 2019).

De acordo com o IPCC (2023), o valor das emissões de GEE alcançou 50 GtCO<sub>2e-eq</sub> em 2022. Dentro desse panorama, o setor energético está vinculado a 34% das emissões (20 GtCO<sub>2-eq</sub>), seguido pela indústria com 24% (14 GtCO<sub>2-eq</sub>), Afolu (Agricultura, Floresta e Uso da Terra) com 22% (13 GtCO<sub>2-eq</sub>), transporte com 15% (8,7 GtCO<sub>2-eq</sub>) e construção civil com 6% (3,3 GtCO<sub>2-eq</sub>) (IPCC, 2023). Nesse contexto, é crucial destacar que os Estados Unidos e a China representam conjuntamente cerca de 40% das emissões totais, sendo a geração de energia a principal fonte de emissões de GEE em ambos os países. Ambos têm produção e consumo intensivos de bens, incluindo fabricação e processamento industrial, contribuindo diretamente para as emissões de GEE (IPCC, 2023).

Ao analisar especificamente os dados do Brasil, observa-se que as mudanças no uso da terra e na silvicultura são responsáveis por 1,1 GtCO<sub>2-eq</sub>, seguidas pela agricultura com 617 megatoneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO<sub>2-eq</sub>), energia com 412 megatoneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO<sub>2-eq</sub>), resíduos com 91 MtCO<sub>2-eq</sub> e processos industriais com 65 MtCO<sub>2-eq</sub> (SEEG, 2023).

Independentemente do país ou setor de atividade, o alto nível de emissões de gases de efeito estufa resulta em um aumento nas temperaturas médias globais. De acordo com o relatório do IPCC (2023), a temperatura média da superfície global estava aproximadamente 1,1°C mais alta do que no período de 1850 a 1900 durante os anos de 2011 a 2020. Além disso, é digno de nota que a temperatura média global da superfície aumentou mais rapidamente desde 1970 do que em qualquer outro período nos últimos 2000 anos, pelo menos (IPCC, 2023).

O aumento médio da temperatura resulta em vários riscos globais para a humanidade, abrangendo áreas cruciais, como saúde, meios de subsistência, segurança alimentar, abastecimento de água, segurança humana e crescimento econômico. Esses riscos destacam a urgência de ações eficazes para mitigar as mudanças climáticas e preservar a sustentabilidade de nosso planeta (Adger, 2014; Diffenbaugh; Field, 2013; IPCC, 2023; Rosenzweig; Neofotis, 2013).

## 2.2 EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NAS EMPRESAS BRASILEIRAS

Encontrar estudos relacionados às mudanças climáticas é uma tarefa simples de fazer. Em uma busca rápida na *Science Direct* em dezembro de 2023, ao inserir a palavra-chave “mudanças climáticas”, são obtidos mais de 850 mil resultados. No entanto, ao combinar essa busca com a palavra-chave “indústria de calçados”, o número de resultados diminui para pouco mais de mil (Science Direct, 2023).

Aprofundando-se nas investigações, observa-se que a maioria dos estudos está focada na quantificação das emissões de GEE relacionadas a produtos específicos ao longo de seu ciclo de vida. Por exemplo, uma categoria específica de calçados é analisada com o objetivo de avaliar sua pegada de carbono, desde a extração de matérias-primas até o descarte pelo consumidor final. Isso abrange as fases de transporte de matérias-primas para a fábrica, o próprio processo de produção e a entrega dos produtos acabados aos consumidores.

Em dois estudos realizados na China, Cheah *et al.* (2013) e De Ponte *et al.* (2023) descobriram que a maioria das emissões nas indústrias chinesas está concentrada na fase de produção de calçados, abrangendo o consumo de energia, o uso de combustíveis fósseis e a geração de resíduos. Em uma emissão total de 14 kgCO<sub>2-eq</sub> para produzir um par de sapatos, 9 kgCO<sub>2-eq</sub> estão associados à etapa de fabricação (Cheah *et al.*, 2013; De Ponte *et al.*, 2023). É importante notar que a China depende predominantemente do carvão como sua principal fonte de energia, influenciando diretamente

esse resultado. Os outros 5 kgCO<sub>2-eg</sub> estão distribuídos em matérias-primas para fabricar o produto, transporte para o cliente, disposição final e usabilidade. Em outro estudo, realizado na Europa, resultados semelhantes também foram encontrados por Gajewski *et al.* (2014).

Ao contrário dos estudos de pegada de carbono, existem inventários de GEE, nos quais a análise não cobre apenas uma linha de produtos, mas todos aqueles produzidos por uma determinada empresa (PBGHGP, 2023). No Brasil, é comum observar empresas alocando recursos para projetos voltados para a avaliação abrangente de suas emissões, não limitadas a um produto específico. De acordo com o PBGHGP (2023), em 2008, menos de 100 empresas realizaram e divulgaram seus inventários de GEE, enquanto em 2022 esse número alcançou 434 apenas no Brasil.

Ainda no Brasil, entre essas empresas que divulgam seus inventários, 55% estão distribuídas em diferentes setores, 28% na indústria de manufatura, 10% no setor de transporte, armazenamento e correio, 9% nos segmentos de eletricidade e gás, e 8% em atividades financeiras, seguros e serviços relacionados. Os 45% restantes abrangem setores como atividades profissionais, científicas e técnicas; indústrias extrativas; comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas; agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, entre outros (PBGHGP, 2023). Vale ressaltar que o PBGHGP (2023) não fornece dados específicos para a indústria de calçados.

Em relação ao perfil de emissões de GEE das organizações brasileiras, os destaques são as emissões provenientes do consumo de energia, da combustão estacionária (emissões provenientes da queima de combustível para produzir energia) e dos processos industriais (emissões provenientes da transformação química ou física de qualquer material), bem como as emissões fugitivas (liberação não intencional durante a produção, processamento, transmissão, armazenamento ou uso do gás). Essas categorias são consideradas fontes de propriedade ou controladas diretamente pela organização (PBGHGP, 2023).

Vale ressaltar que, em comparação com outros sistemas de energia elétrica, o fator de emissão de GEE da rede elétrica brasileira é notavelmente baixo. Isso pode ser atribuído à composição da rede, em que uma parte significativa (67,6%) da energia é gerada a partir de fontes hidrelétricas. Além disso, a energia eólica (8,9%), biomassa (8,3%) e outras fontes renováveis contribuem para a rede, reduzindo ainda mais sua pegada de carbono. Fontes não renováveis, como petróleo (2,9%) e gás (7,9%), desempenham um papel menor, com contribuições mínimas de energia solar (1,1%) e nuclear (1,2%). Esses dados destacam a natureza relativamente limpa da rede elétrica brasileira (Caldeira *et al.*, 2022).

Por outro lado, ou seja, emissões indiretas que ocorrem ao longo da cadeia de valor da organização, categorias consideradas “administrativas”, como viagens de negócios, resíduos gerados nas operações da organização, transporte e *upstream* e distribuição (emissões do transporte e distribuição de produtos adquiridos), e transporte de funcionários são destaques (Caldeira *et al.*, 2022; PBGHGP, 2023). Medir emissões sem controle direto pela organização apresenta um desafio maior. A complexidade na medição surge do fato de que muitos dados estão sujeitos ao controle da cadeia de suprimentos e/ou de consumidores intermediários ou finais de produtos ou serviços.

Por outro lado, as empresas brasileiras, embora relatem em menor escala, também apresentam registros de emissões originárias da combustão móvel (resultante da queima de combustíveis para gerar movimento), categorias associadas às atividades agrícolas, mudanças no uso da terra, resíduos, efluentes e transporte e *downstream* (emissões relacionadas ao transporte e distribuição de produtos comercializados) (PBGHGP, 2023).

### 3 METODOLOGIA

Como mencionado na introdução deste estudo, para alcançar o objetivo de realizar um levantamento e a quantificação das emissões de gases de efeito estufa das indústrias de calçados localizadas na Região Sul do Brasil, foram conduzidas pesquisas qualitativas e quantitativas. Uma descrição detalhada de cada uma dessas etapas é apresentada abaixo.

#### 3.1 ETAPA QUALITATIVA E QUANTITATIVA

Na etapa qualitativa deste estudo, que se caracteriza pela oportunidade de realizar interpretações e atribuições de significados, foi conduzido um estudo de caso múltiplo conforme as diretrizes de Yin (2015). Esse método envolve a triangulação de dados por meio de entrevistas semiestruturadas, observação não participante e pesquisa documental. Esta etapa mostrou-se crucial para os pesquisadores obterem conhecimento aprofundado das empresas envolvidas na pesquisa e consolidarem o processo de mapeamento das fontes de emissões de gases de efeito estufa para posterior solicitação de dados a serem utilizados para a quantificação das emissões. Além disso, por meio da entrevista semiestruturada, também foi possível compreender a maturidade das empresas em termos de suas emissões e quais estratégias já haviam adotado ou planejavam adotar nos próximos anos com o objetivo de reduzi-las.

As quatro organizações selecionadas para participar do estudo foram designadas como empresas Alpha, Beta, Gama e Delta. Essa nomenclatura foi acordada com as empresas para preservar sua identidade e garantir a confidencialidade. A decisão de manter a confidencialidade na divulgação dos nomes das organizações desempenhou um papel fundamental na obtenção de respostas mais concretas e verdadeiras, seguindo as diretrizes de Yin (2015). Tanto o setor quanto as indústrias de calçados escolhidas para fazerem parte do estudo foram selecionadas de forma não probabilística, intencional e por conveniência. Mesmo assim, houve preocupação para que todas tivessem características similares que permitissem a comparação dos dados obtidos, tais como: localizadas no Sul do Brasil; grandes empresas; atuação no setor de calçados, tanto nacional quanto internacionalmente; e com receitas anuais superiores a R\$ 300 milhões.

A escolha de limitar a amostra a quatro empresas foi baseada no critério de saturação teórica, conforme descrito por Fontanella *et al.*, (2008). Os autores consideraram que as informações já obtidas até o momento eram suficientes para a análise proposta, entendendo que a inclusão de novos participantes contribuiria minimamente para o material já coletado. Todos os dados empíricos foram submetidos à análise de conteúdo, seguindo as recomendações de Bardin (2011). Todo esse processo durou um total de quatro meses (agosto a novembro de 2023).

Na fase de quantificação das emissões de GEE, foram utilizados os fatores de emissão previamente estabelecidos pelo PBGHGP (2023), com base em fontes de emissão previamente especificadas. A partir dessa enumeração, foi viável solicitar dados de consumo das organizações, multiplicando os valores pelos respectivos fatores de emissão. O processo de cálculo durou um mês, durante dezembro de 2023.

### 4 RESULTADOS

Para garantir a estruturação da fase de resultados e discussão, decidiu-se iniciar o processo fornecendo uma caracterização sucinta das empresas estudadas. Posteriormente, são abordadas as fontes de emissões associadas a essas organizações. Por fim, são apresentados os resultados quantitativos, delineando assim possíveis alternativas para reduzir as emissões para as empresas analisadas.

Essa abordagem sequencial visa fornecer uma compreensão clara e abrangente das informações relacionadas ao impacto ambiental das empresas, facilitando a análise e a discussão.

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS

As quatro empresas envolvidas na pesquisa estão estabelecidas na Região Sul do Brasil, atendendo tanto ao mercado nacional quanto ao internacional. A Região Sul é reconhecida como o berço da indústria de calçados no país, destacando-se por sua significativa contribuição para o desenvolvimento e consolidação desse setor industrial ao longo do tempo.

A Alfa opera com duas unidades, a Beta realiza suas operações em três unidades, enquanto a Gama e a Delta mantêm quatro unidades cada. Essas empresas são players-chave na indústria, cada uma contribuindo de forma única para a dinâmica do setor e desempenho geral. Na Tabela 1, é possível verificar as características de cada empresa.

**Tabela 1** – Características das empresas

<i>Categorias/Empresas</i>	<i>Número de Unidades</i>	<i>Colaboradores</i>	<i>Milhões de pares/ Ano</i>	<i>Mercado-alvo</i>
Alfa	2	1.035	2	Infantil
Beta	3	2.500	8,5	Feminino
Gama	4	6.000	18	Feminino
Delta	4	3.000	9,1	Feminino

*Fonte: Autores (2023).*

Todas essas empresas desempenham um papel fundamental no desenvolvimento da região onde estão localizadas, proporcionando um impacto econômico, social e ambiental significativo. Além de gerarem mais de 10.000 empregos diretos, elas também fabricam mais de 30 milhões de pares anualmente. Essa produção em larga escala não apenas fortalece a economia das comunidades locais, mas também impacta indiretamente toda uma cadeia de valor, abrangendo fabricantes de matérias-primas e fabricantes de componentes que estão interconectados com ela.

Cada uma das empresas foi questionada sobre a realização de um estudo semelhante, ou seja, se já haviam mapeado e quantificado suas emissões. Duas delas afirmaram que era a primeira vez, enquanto outras duas mencionaram que era a segunda vez. Quando questionadas sobre por que o processo ainda não está totalmente desenvolvido dentro das organizações, todas mencionaram a complexidade da cadeia de suprimentos, que muitas vezes envolve múltiplos fornecedores e subcontratados, tornando difícil rastrear e quantificar as emissões ao longo do processo de produção. Além disso, a falta de padrões e metodologias consistentes para medir as emissões específicas do setor dificulta a comparação e o monitoramento ao longo do tempo. Outro desafio é a disponibilidade limitada de dados e informações sobre práticas de produção e consumo de energia em diferentes estágios do processo de fabricação de calçados. Apesar de reconhecerem a dificuldade de quantificar suas emissões de gases de efeito estufa, todas mostraram interesse em aprimorar sua compreensão sobre o assunto.

#### 4.2 FONTES DE GEE

Embora pertençam ao mesmo setor de atividade, cada uma das empresas possui características distintas que têm uma influência direta nos resultados de suas emissões de

GEE. Uma compreensão aprofundada dessas nuances é essencial para uma análise precisa e personalizada das estratégias de mitigação de emissões, permitindo abordagens mais eficazes adaptadas à singularidade de cada empresa, bem como aos dados apresentados pelo IPCC (2023) e Seeg (2023), nos quais são destacadas as particularidades de cada país no cenário de emissões, com uma estratégia nem sempre aplicável a outro.

Na Tabela 2, é possível observar as fontes de emissões diretamente controladas pela empresa, juntamente com o consumo de eletricidade identificado em todas as organizações. A tabela fornece uma visão abrangente das fontes de emissões diretamente gerenciadas pelas empresas.

**Tabela 2 – Fontes de GEE controladas pelas empresas**

<i>Categorias/Empresas</i>	<i>Alfa</i>	<i>Beta</i>	<i>Gama</i>	<i>Delta</i>
Combustão Estacionária	Gerador, soldador, fogão de cozinha, roçadeira.	Gerador e fogão de cozinha.	Caldeira, gerador, fogão de cozinha, roçadeira.	Gerador e fogão de cozinha.
Combustão Móvel	Empilhadeiras.	Frota de veículos própria.	Frota alugada de veículos e empilhadeiras.	Frota de veículos alugada e empilhadeiras.
Emissões Fugitivas	Extintores de incêndio de CO <sub>2</sub> , ar-condicionados, geladeiras, bebedouros e máquinas pré e conformar.	Extintores de incêndio de CO <sub>2</sub> , ar-condicionados, geladeiras, bebedouros, e máquinas pré e conformar.	Máquinas pré e conformar, ar-condicionados, bebedouros, extintores de incêndio de CO <sub>2</sub> , geladeiras, secadores de ar e estabilizadores a frio.	Extintores de incêndio de CO <sub>2</sub> , ar-condicionados, bebedouros, geladeiras e máquinas pré e conformar.

*Fonte: Autores (2023).*

Como visto na Tabela 2, na categoria de combustão estacionária, todas as empresas possuem geradores e fogões de cozinha. Especificamente, a empresa Alfa também utiliza soldadores, caracterizando particularidades em suas operações. Quando perguntamos sobre o uso desse equipamento, todas as empresas indicaram o uso de geradores apenas em situações de falta de eletricidade, e os fogões de cozinha são destinados ao ambiente culinário, uma instalação presente em todas as empresas.

No que diz respeito às roçadeiras, presentes nas empresas Alfa e Gama devido à sua localização em espaços abertos com vegetação abundante, essas empresas as possuem para manter a área, garantindo a limpeza e organização do espaço. Esse cuidado demonstra a atenção das empresas não apenas às questões relacionadas às emissões, mas também ao ambiente físico ao seu redor.

Em relação à categoria de combustão móvel, que envolve a queima de combustíveis em equipamentos para gerar movimento (PBGHGP, 2023), ao contrário da combustão estacionária, algumas particularidades são observadas. Duas empresas, Gama e Delta, mantêm uma frota de veículos alugada, enquanto Beta possui sua própria frota. Por outro lado, a empresa Alfa não possui uma frota de veículos, seja alugada ou própria. Ao perguntar aos gerentes das empresas Beta, Gama e Delta sobre o uso de suas frotas de veículos, foram obtidas informações de que as viagens ocorrem principalmente entre as diversas unidades da empresa e durante visitas a clientes. Vale ressaltar que, embora as unidades de fabricação estejam no Sul do Brasil, essas empresas prestam serviços a clientes em todo o território nacional.

De forma complementar, Gama e Delta foram questionadas sobre o motivo de a frota ser alugada e não própria. Nesse caso, o gerente explicou que essa prática proporciona a vantagem de manter a frota

constantemente atualizada, eliminando a necessidade de fazer investimentos significativos em veículos de propriedade permanente, mas não mencionou nada sobre emissões de gases de efeito estufa.

Por outro lado, quando questionamos a empresa Alfa sobre a falta de sua própria frota, o gerente esclareceu que o investimento necessário não foi considerado vantajoso. Em situações que exigem viagens, os funcionários são incentivados a usar seus próprios veículos, com a possibilidade de posterior reembolso dos custos de combustível ou a escolha de viagens por meio de aplicativos de transporte.

Quanto às emissões fugitivas, todas as empresas apresentam emissões não intencionais de extintores de incêndio, sistemas de ar-condicionado, geladeiras, máquinas de pré-conformar e conformar. Em particular, a empresa Alfa possui um resfriador. Ao questionar o gerente sobre a função desse dispositivo, ele esclareceu que era uma máquina usada para resfriamento, operando como um sistema de ar-condicionado com resfriamento à base de água e gás refrigerante. Em outras palavras, é um equipamento robusto. É relevante destacar que todas as empresas ficaram surpresas ao perceber que equipamentos como esses emitiam gases de efeito estufa, percebendo inicialmente que apenas a queima de combustíveis fósseis era a principal fonte dessas emissões.

No que diz respeito às emissões indiretas da empresa, ou seja, aquelas que estão sob o controle de sua cadeia de valor, elas são apresentadas detalhadamente na Tabela 3. Naquele momento, as organizações não estavam cientes de que eram corresponsáveis por tantos aspectos.

**Tabela 3** – Fontes de emissões não controladas pela empresa

<i>Categorias/Empresas</i>	<i>Alfa</i>	<i>Beta</i>	<i>Gama</i>	<i>Delta</i>
Bens e Serviços Comprados	x	x	x	x
Bens de Capital	x	x	x	x
Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2	-	-	-	-
Transporte e Distribuição Upstream	x	x	x	x
Transporte e Distribuição Downstream	x	x	x	x
Resíduos	x	x	x	x
Viagens a Negócio	x	x	x	x
Deslocamento de Funcionários	x	x	x	x
Bens Arrendados (a organização como arrendatária)	-	-	-	-
Bens Arrendados (a organização como arrendadora)	-	-	-	-
Processamento de Produtos Vendidos	x	x	x	x
Uso de Bens e Serviços Vendidos	x	x	x	x
Tratamento de Fim de Vida dos Produtos Vendidos	x	x	x	x
Franquias	x	x	-	x
Investimentos	x	x	x	x

*Fonte: Autores (2023).*

Conforme mostrado na Tabela 3, várias categorias, nas quais as empresas não têm controle direto sobre as emissões, foram identificadas. Apenas três categorias não foram identificadas em todas as empresas, a saber, “Bens Arrendados (Arrendatária e Arrendadora)” e “Atividades relacionadas

a combustíveis e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2". Além disso, apenas uma empresa não possui franquias, sendo essa categoria presente nas outras empresas participantes do estudo. Mesmo assim, categorias como viagens a negócios, resíduos gerados nas operações da organização, transporte *upstream* e distribuição (emissões do transporte e distribuição de produtos adquiridos) e deslocamento de funcionários são destaques.

### 4.3 EMISSÕES DE GEE

Após identificar minuciosamente as fontes de emissões nas empresas, avançamos para a fase de quantificação dessas emissões. A Tabela 4 oferece uma visão clara das categorias quantificadas, apresentando os valores correspondentes em toneladas de dióxido de carbono equivalente em cada empresa.

**Tabela 4** – Emissões de GEE (tCO<sub>2</sub>-eq)

<i>Categorias/Empresas</i>	<i>Alfa</i>	<i>Beta</i>	<i>Gama</i>	<i>Delta</i>	<i>Total</i>
Combustão Estacionária	14,93	19,77	48,8	44,78	125,28
Combustão Móvel	0,05	440,24	164,2	132,99	737,48
Emissões Fugitivas	126,47	6,91	77,21	87,27	297,86
Energia	195,01	474,15	1.047,57	378,36	2.095,09
Deslocamento de Funcionários	121,47	190,87	589,55	552,4	1.454,29
Transporte e Distribuição Upstream	1.070,35	-	-	-	1.070,35
Transporte e Distribuição Downstream	-	166,28	-	328,65	494,93
Viagens a Negócio	107,81	11,88	177,66	65,25	362,60
<b>Total</b>	<b>1.636,09</b>	<b>1.310,1</b>	<b>2.104,99</b>	<b>1.589,7</b>	<b>6.640,88</b>

Fonte: Autores (2023).

Ao examinar a Tabela 4, é possível observar que nem todas as categorias foram quantificadas, especialmente aquelas que não estão sob o controle direto das organizações. Cada uma das empresas analisadas enfrentou desafios na apresentação dos dados relacionados. Quando questionados sobre o motivo dessa dificuldade, todos os gerentes apontaram para sua preocupação recente com o monitoramento de suas próprias emissões, indicando que ainda não solicitaram aos seus parceiros comerciais que forneçam os mesmos dados. Além disso, explicaram que em algumas categorias há falta de conhecimento sobre o tipo específico de dados que deveriam ser monitorados, o que contribui para a complexidade do processo de divulgação dessas informações. Para superar as dificuldades, todas as empresas enfatizaram a necessidade de treinar seus funcionários sobre esse assunto. No entanto, elas também consideraram a possibilidade de contratar consultoria externa para lidar com essa dificuldade inicialmente.

Entre as categorias mapeadas, a Tabela 4 mostra uma prevalência significativa em emissões associadas ao consumo de energia, deslocamento dos funcionários e transporte e distribuição *upstream*. Em relação ao consumo de energia, todas as empresas dependem desse recurso essencial para o funcionamento adequado de suas máquinas e processos operacionais, justificando sua predominância. Quando ocorre uma queda de energia, ou seja, em situações de interrupção no fornecimento, os geradores são ativados, resultando no uso de combustíveis fósseis, como mencionado anteriormente.

No entanto, vale ressaltar que todos os gerentes comentaram que as empresas consomem energia do Ambiente de Contratação Livre (ACL), mais conhecido como Mercado Livre de Energia. Ao questionar

as empresas sobre por que optam por esse tipo de consumo, todas destacaram as vantagens econômicas associadas a contratos de longo prazo. Além disso, reforçaram que o consumo por meio desse ambiente possibilita a compra de energia gerada por fontes limpas e renováveis, como energia eólica e solar. Embora os gerentes destaquem os ganhos econômicos como diferencial por estarem nesse mercado, as empresas também mencionaram questões associadas aos impactos ambientais, atendendo à demanda de alguns clientes preocupados com essas questões.

Embora todas as empresas analisadas adquiram 100% de sua energia desse mercado, ao longo das entrevistas ficou evidente a preocupação dos gerentes em reduzir o consumo de energia. Com essa compreensão, todas as empresas estabeleceram metas para reduzir o consumo até 2030. Ao serem questionadas sobre como planejam alcançar essas metas, várias ações foram mencionadas, como conscientização dos funcionários, substituição de equipamentos para aumentar a eficiência no consumo de energia, troca de lâmpadas comuns por novas e mais eficientes, instalação de painéis solares, implementação de sensores de presença, entre outras medidas.

Para que as atividades organizacionais ocorram, todas as empresas dependem de uma equipe robusta de funcionários. Como resultado, as emissões associadas ao deslocamento dos funcionários de suas casas para o local de trabalho ficaram em segundo lugar. Ao questionar os gerentes sobre as viagens dos funcionários, todos afirmaram que o controle é realizado por meio de ônibus fretados pelas empresas, contabilizando apenas o pessoal de produção/operacional, o que representa aproximadamente 80% da força de trabalho. Funcionários de outros setores, como setores administrativos, geralmente viajam em veículos particulares, o que torna o acesso a dados relevantes ainda mais difícil. No entanto, as empresas mencionaram a necessidade de também entender o impacto dos funcionários que viajam em seus próprios veículos, sugerindo a possibilidade de implementar um questionário para reunir dados desse grupo.

A categoria de transporte e distribuição *upstream* diz respeito ao movimento de todas as matérias-primas e insumos adquiridos pela empresa. Diferente da categoria *downstream*, que envolve a distribuição do produto final ao consumidor. Ambas as categorias tiveram baixa adesão pelas organizações. Ao questionar os gerentes sobre essa dificuldade, mencionaram que as empresas de transporte ainda não registram as informações necessárias para quantificar as emissões, o que torna o acesso a esses dados desafiador. No entanto, duas empresas (Beta e Delta) complementaram as informações, destacando que, nos últimos dois anos, realizaram *workshops* de conscientização com transportadoras, com o objetivo de conscientizá-las sobre a importância de iniciar o processo de controle dessas informações.

Por fim, a categoria de viagens a negócios, considerada pelos gerentes como fácil de medir, uma vez que apenas a listagem do número de voos com origem e destino é necessária, bem como a listagem de viagens feitas de carro ou ônibus pelos funcionários. Geralmente, esses dados são mantidos pelo departamento administrativo, responsável pelo controle da aquisição de passagens. A categoria de transporte e distribuição *upstream*, assim como os deslocamentos casa-trabalho dos funcionários e as viagens a negócios, é amplamente destacada nos relatórios, conforme indicado pelo PBGHGP (2023), apesar de os dados não estarem sob o controle direto das organizações.

Todos os gerentes sinalizaram a retomada das viagens a negócios após o fim da pandemia da Covid-19. Essa perspectiva reflete a natureza global das operações dessas empresas e a tendência à normalização das viagens corporativas no cenário pós-pandêmico. No entanto, isso levanta um alerta sobre um possível aumento nas emissões associadas a essa categoria.

## 5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Frequentemente, estratégias para reduzir as emissões de gases de efeito estufa são implementadas em escala global. No entanto, ao analisar os dados do Brasil, Estados Unidos e China, há uma disparidade

nos perfis de emissões de cada país. As abordagens aplicadas no Brasil, por exemplo, podem não ser as mais adequadas para implementação na China e nos Estados Unidos. Essa mesma consideração precisa ser aplicada no nível organizacional, reconhecendo a diversidade de contextos e adotando estratégias adaptadas a cada realidade específica (IPCC, 2023; Seeg, 2023).

Os dados fornecidos pela análise das emissões de gases de efeito estufa em várias empresas dentro do mesmo setor revelam características distintas que influenciam seus perfis de emissões. Compreender essas nuances é essencial para as estratégias de mitigação, especialmente na busca por processos inovadores para liderar o caminho rumo a um futuro com baixas emissões de carbono (Abreu *et al.*, 2014; Gallego-Alvarez *et al.*, 2015; Singh *et al.*, 2014).

Na combustão estacionária, por exemplo, como enfatizado por PBGHGP (2023), a categoria de combustão estacionária se destaca como uma das categorias mais frequentemente relatadas pelas empresas brasileiras. Enquanto todas as empresas possuem geradores e fogões de cozinha, a Alfa se destaca pela presença de soldadores, refletindo suas necessidades operacionais únicas.

Quanto à combustão móvel, que envolve a queima de combustíveis em equipamentos para gerar movimento (PBGHGP, 2023), ao contrário da combustão estacionária, algumas particularidades são observadas. Gama e Delta optam por frotas alugadas, enquanto a Beta mantém a sua própria. Em outras palavras, a responsabilidade recai sobre elas pelo combustível queimado por sua frota. Nesse caso, substituir o combustível por um biocombustível ou até mesmo planejar a rota para evitar viagens desnecessárias pode ser reconsiderado. Notavelmente, a Alfa não possui uma frota, incentivando o uso de veículos de propriedade dos funcionários. Vale mencionar que esse tipo de emissão se torna indireto para a organização, não mais sob seu controle direto (PBGHGP, 2023).

Emissões fugitivas estão presentes em todas as empresas, com a Alfa possuindo equipamentos adicionais como um resfriador. Essa variação destaca as diversas abordagens para o gerenciamento de frotas entre as empresas. No que diz respeito ao perfil de emissões de GEE das organizações brasileiras, especialmente aquelas consideradas como fontes diretamente de propriedade ou controladas pela organização, os principais destaques de emissões incluem aquelas provenientes do consumo de energia, combustão estacionária, processos industriais e emissões fugitivas (PBGHGP, 2023).

Na quantificação das emissões de GEE, o consumo de energia domina em todas as empresas, refletindo a dependência desse recurso para as operações, bem como os resultados de Cheah *et al.* (2013), De Ponte *et al.* (2023) e Gajewski *et al.* (2014). Considerando que o Brasil já possui uma matriz energética avançada, caracterizada por fontes renováveis e limpas, o que o diferencia de muitos outros países, a necessidade de reduzir as emissões requer um foco específico em outras áreas, tornando o desafio ainda mais complexo. Esse destaque para a aquisição de energia renovável demonstra um compromisso com a redução das pegadas de carbono e a transição para práticas sustentáveis em resposta à demanda dos clientes por empresas ecologicamente corretas. Esse achado corrobora os estudos de Kumar e Carolin (2020) e Pimenta *et al.* (2023).

As empresas enfrentam desafios na quantificação de emissões indiretas, destacando a complexidade da coleta de dados e as parcerias com terceiros. Desafios surgem na quantificação de emissões associadas ao transporte e distribuição *upstream*, indicando lacunas na coleta de dados com parceiros de transporte. Esses resultados também são evidenciados por Caldeira *et al.* (2022) e PBGHGP (2023). Esforços para envolver transportadoras no rastreamento de emissões estão em andamento.

No entanto, para reduzir essas emissões, é imperativo implementar medidas no planejamento logístico, considerando opções de combustíveis sustentáveis, como o etanol. Ao otimizar o planejamento logístico, é possível reduzir a distância percorrida pelos veículos, minimizando assim o consumo de combustível e as emissões de CO<sub>2</sub>. A busca por empresas de transporte que utilizem veículos a Gás

Natural Veicular (GNV) ou veículos elétricos também é uma opção, pois essas tecnologias têm um menor impacto ambiental em comparação com os combustíveis fósseis tradicionais.

Renovar a frota com veículos mais eficientes e de baixa emissão também é uma estratégia. Investir na renovação da frota de veículos, substituindo modelos mais antigos por veículos com tecnologias mais limpas e eficientes, também pode proporcionar benefícios significativos. Os veículos modernos geralmente possuem sistemas de redução de emissões mais avançados, resultando na liberação de gases menos poluentes.

As viagens a negócios apresentam uma medição relativamente simples, mas significam um potencial aumento futuro nas emissões pós-Covid-19, refletindo uma tendência global de retomada das viagens de negócios. Emissões significativas derivam do deslocamento dos funcionários, enfatizando a importância das emissões relacionadas ao transporte. Promover práticas de viagem mais sustentáveis, como a adoção de transporte público pelos funcionários, compartilhamento de viagens entre eles e o uso de videoconferências para reuniões remotas, pode ser uma alternativa viável. Além disso, é necessário conscientizar os funcionários sobre os impactos das emissões de GEE durante as viagens; para isso, recomenda-se a realização de sessões de treinamento.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi mapear e quantificar as emissões de gases de efeito estufa das indústrias de calçados localizadas na Região Sul do Brasil com o objetivo de posteriormente propor estratégias de redução. Para alcançar esse propósito, foi utilizada uma abordagem qualitativa e quantitativa.

Frequentemente, as estratégias para reduzir as emissões de GEE são implementadas em escala global. No entanto, ao analisar dados do Brasil, Estados Unidos e China, há uma disparidade nos perfis de emissões de cada país. As abordagens aplicadas no Brasil, por exemplo, podem não ser as mais apropriadas para implementação na China e nos Estados Unidos. Essa mesma consideração precisa ser aplicada no nível organizacional, reconhecendo a diversidade de contextos e adotando estratégias adaptadas a cada realidade específica.

Considerando que o Brasil já possui uma matriz energética avançada, caracterizada por fontes renováveis e limpas, o que o diferencia de muitos outros países, a necessidade de reduzir as emissões requer um foco específico em outras áreas, tornando o desafio ainda mais complexo. Ao analisar os resultados deste estudo, fica claro que a categoria com as maiores emissões é a energia e a queima de combustíveis fósseis para gerar movimento, seja através do transporte e distribuição de matérias-primas ou através dos deslocamentos dos funcionários.

Entre as limitações do estudo, é necessário destacar a dificuldade de acesso a dados para as categorias nas quais as organizações não têm controle direto, o que restringiu a análise abrangente das emissões pelas empresas. No entanto, é importante entender que a questão das emissões ainda é incipiente para muitas empresas no Brasil, e a dificuldade de acesso a dados é aceitável. Reconhece-se que a conscientização e implementação de práticas de medição e controle de emissões estão em estágios iniciais, o que pode impactar a disponibilidade de informações detalhadas.

Outra limitação observada foi que, em nível nacional, os dados de emissões não permitem uma análise individual do setor de calçados, uma lacuna também destacada no relatório do PBGHGP (2023), que não dedica atenção específica a esse setor. A falta de ênfase particular na indústria de calçados restringe uma compreensão detalhada de suas contribuições específicas para as emissões brasileiras e globais.

Mesmo sem dados oficiais sobre as emissões de gases de efeito estufa da indústria de calçados no Brasil, multiplicando o valor de 840 milhões de pares por 14 quilogramas de dióxido de carbono equivalente,

com base em dados fornecidos pela China, resulta em um total de 11,760 bilhões de quilogramas de dióxido de carbono equivalente ou 11,760 megatoneladas de CO<sub>2eq</sub>.

Dadas as lacunas mencionadas, é possível desenvolver recomendações que visem preencher essa falta de ênfase na área de calçados, como pesquisa com o setor, com o objetivo de buscar entendimento sobre as emissões, e o desenvolvimento de *workshops*, cursos e treinamentos visando aumentar a conscientização sobre a questão, incentivando todos a preparar um inventário para entender totalmente as emissões da indústria calçadista.

Apesar das limitações mencionadas, é crucial destacar que elas não desqualificam a relevância deste estudo. Pelo contrário, desempenha um papel fundamental ao fornecer *insights* sobre as emissões de GEE na indústria de calçados, além de identificar áreas que requerem desenvolvimento adicional para uma compreensão mais abrangente do tema. Nesse sentido, o estudo não apenas oferece uma visão atualizada do cenário, mas também aponta as lacunas a serem preenchidas, contribuindo para o progresso contínuo na compreensão e combate às emissões na indústria de calçados.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. C. S. De.; ALBUQUERQUE, A. M.; FREITAS, A. R. P. De. Strategic positioning in response to regulatory constraints on greenhouse gas emissions. **Revista de Administração**, v. 49, n. 3, p. 578–590, 2014. DOI: 10.5700/rausp1169.

ADEDEJI, A. R.; ZAINI, F.; MATHEW, S.; DAGAR, L.; PETRA, M. I.; DE SILVA, L. C. Sustainable energy towards air pollution and climate change mitigation. **Journal of Environmental Management**, v. 260, 2019.

ADGER, W. N. *et al.* Human adaptation to climate change: a review of three historical cases and some general perspectives. **Environmental Science and Policy**, 27, p. 1–13, 2014. DOI: 10.1016/j.envsci.2012.02.008.

AGUIAR, L. V.; FORTES, J. D. N.; MARTINS, E. Carbon compensatory neutralization – case study: mechanic metal industry, Rio de Janeiro (RJ), Brazil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 197–205, 2016. DOI: 10.1590/S1413-41520201600100116414.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS (ABICALÇADOS). Disponível em: <https://www.abicalcados.com.br/>. Acesso em: 2 dez. 2023.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 1977.

BRAZILIAN GHG PROTOCOL PROGRAM (PBGHGP). Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

CALDEIRA, R. da S.; SOUZA, S. L. Q. de; MARTINS, E. M.; CORRÊA, S. M. Opportunities for GHG Emission Reductions in the Brazilian Graphic Industry Through a Mitigation Plan. **Ambiente e Sociedade**, v. 25, 2022. DOI:10.1590/1809-4422asoc20200210r2vu2022L30A

CHANDRAKUMAR, C.; MCLAREN, S. J.; MALIK, A.; RAMILAN, T.; LENZEN, M. Understanding New Zealand's consumption-based greenhouse gas emissions: an application of multi-regional input-output analysis. **International Journal of Life Cycle Assessment**, 2019. DOI: 10.1007/s11367-019-01673-z.

CHEAH, L.; CICERE, N. D.; OLIVETTI, E.; MATSUMURA, S.; FORTERRE, D.; ROTH, R.; KIRCHAIN, R. Manufacturing-focused emissions reductions in footwear production. **Journal of Cleaner Production**, v. 44, 2013.

DE PONTE, C. State of the art on the Nexus between sustainability, fashion industry and sustainable business model. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, 2023.

DIFFENBAUGH, N. S.; FIELD, C. B. Changes in Ecologically Critical Terrestrial Climate Conditions. **Science**, v. 341, n. 6145, p. 486–492. DOI: 10.1126/science.1237123.

DING, N.; LIU, J.; KONG, Z.; YAN, L.; YANG, J. X. Life cycle greenhouse gas emissions of Chinese urban household consumption based on process life cycle assessment: exploring the critical influencing factors. **Journal of Cleaner Production**, v. 210, p. 898–906, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.10.242.

FONTANELLA, B. J. B.; RICAS, J.; TURATO, E. R. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 17-27, 2008.

GAJEWSKI, R.; FERRER, J.; MARTINEZ, M. A.; ZAPATERO, A.; CUESTA, N.; GAJEWSKI, A. Foot-wear carbon footprint in footwear industry (CO2Shoe). *In*: CHOCHÓŁ, A.; SZAKIEL, J. (ed.). **Achievements and challenges of commodity science in the age of globalization**. Kraków: Polish Society of Commodity Science, Cracow University of Economics, 2014.

GALLEGO-ÁLVAREZ, I.; SEGURA, L.; MARTÍNEZ-FERRERO, J. Carbon emission reduction: the impact on the financial and operational performance of international companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 103, n. 1, p. 149-159, 2015.

GHIMOUZ, C.; PIERRE, K. J.; HOF, L. A. On sustainable design and manufacturing for the footwear industry – Towards circular manufacturing. **Materials and Design**, v. 233, 2023.

GREENHOUSE GAS EMISSION AND REMOVALS ESTIMATION SYSTEM (SEEG). Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em: 8 dez. 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023 Synthesis Report**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 22 dez. 2023.

KUMAR, P. S.; CAROLIN, C. F. Certifications for Sustainability in Footwear and Leather Sectors. *In*: **Leather and Footwear Sustainability: manufacturing, supply chain, and product level issues**, 2020.

LIMA, M. A.; MENDES, L. F. R.; MOTHÉA, G. A.; LINHARES, F. G.; CASTRO, M. P. P.; SILVA, M. G.; STHELA, M. S. Renewable energy in reducing greenhouse gas emissions: reaching the goals of the Paris agreement in Brazil. **Environmental Development**, v. 33, 2020.

PIMENTA, A. A.; SINDELAR, F. C. W.; PÉRICO, E. Brazilian Footwear Industry: an analysis of the sustainable practices of certified companies by the sustainable origin seal. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 16, n. 3, 2023.

ROSENZWEIG, C.; NEOFOTIS, P. G. Detection and Attribution of Anthropogenic Climate Change Impacts. **Wiley Interdisciplinary Reviews: climate change**, p. 4, n. 2, p. 121–150. 2013. DOI: 10.1002/wcc.211.

SCIENCE DIRECT. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 8 nov. 2023.

SERWETA, W.; GAJEWSKI, R.; OLSZEWSKI, P.; ZAPATERO, A.; ŁAWIŃSKA, K. Carbon Footprint of Different Kinds of Footwear – a Comparative Study. **Fibres and Textiles in Eastern Europe**, v. 27, n. 5, p. 94-99, 2019.

SINGH, N.; DAMASSA, T.; ALARCÓN-DÍAZ, S.; SOTOS, M. **Exploring Linkages Between National and Corporate / Facility Greenhouse Gas Inventories**. World Resources Institute, 2014.

YIN, R. K. **Case Study Research: design and methods**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2015.

