



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01 de dezembro 2023

Reciclagem de Pneus Inservíveis em Valinhos: Um Estudo de Caso na Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos

Fernando Rodrigo Souza

Departamento de Tecnologia de Gestão da Qualidade – Faculdade de Tecnologia de Sorocaba

Resumo: Este estudo concentrou-se na análise de um estudo de caso relacionado à reciclagem de pneus inservíveis em Valinhos. O objetivo principal foi investigar a gestão sustentável da cadeia de suprimentos por meio de um estudo de caso aprofundado, com base em uma entrevista realizada com o responsável técnico de uma empresa local altamente especializada nesse processo. A metodologia aplicada incluiu a coleta de dados primários e uma análise detalhada de documentos. Os resultados obtidos no estudo de caso revelaram a importância crucial da logística reversa na coleta e na destinação adequada dos pneus inservíveis, evidenciando o comprometimento da empresa em monitorar de perto os indicadores ambientais, como as emissões de CO² e o consumo de combustível. Aproximadamente 30% dos pneus foram identificados como aptos para reutilização, contribuindo efetivamente para a promoção da economia circular. Nas considerações finais, o estudo destacou de forma expressiva a relevância do estudo de caso como um método para compreender as práticas e os desafios envolvidos na reciclagem de pneus inservíveis. Além disso, enfatizou a importância da iniciativa privada na gestão sustentável de resíduos sólidos.

Palavras-chave: Reciclagem, Pneus Inservíveis, Logística Reversa.

Recycling Waste Tires in Valinhos: A Case Study in Sustainable Supply Chain Management

Abstract: This study focused on the analysis of a case study related to the recycling of scrap tires in Valinhos. The main objective was to investigate sustainable supply chain management through an in-depth case study, based on an interview conducted with the technical manager of a local company highly specialized in this process. The methodology applied included the collection of primary data and a detailed analysis of documents. The results obtained in the case study revealed the crucial importance of reverse logistics in the collection and proper disposal of scrap tires, highlighting the company's commitment to closely monitoring environmental indicators such as CO² emissions and fuel consumption. Approximately 30% of the tires were identified as suitable for reuse, effectively contributing to the promotion of the circular economy. In its concluding remarks, the study expressively highlighted the relevance of the case study as a method for understanding the practices and challenges involved in recycling scrap tires. It also emphasized the importance of private initiative in sustainable solid waste management.

Keywords: Recycling, Junk Tires, Reverse Logistics.

1. Introdução

A gestão ambiental e a sustentabilidade têm se tornado temas cada vez mais urgentes no cenário global, à medida que enfrentamos desafios crescentes relacionados às mudanças climáticas, esgotamento de recursos naturais e degradação do meio ambiente. Em resposta a essas questões, a busca por estratégias que promovam responsabilidade ambiental e social tem ganhado destaque em diversas esferas da sociedade, incluindo nos setores empresariais e governamentais. Um campo de estudo e prática que emergiu como uma abordagem abrangente para lidar com esses desafios é a Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável.

A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável é uma evolução da gestão tradicional das cadeias de suprimentos, que historicamente enfatizava principalmente a eficiência operacional e a redução de custos. Em vez disso, a Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável se concentra em integrar considerações ambientais, sociais e éticas em todas as etapas da cadeia de suprimentos, desde a produção e aquisição de matérias-primas até a distribuição de produtos e o tratamento adequado dos resíduos. Essa abordagem visa equilibrar as necessidades econômicas das organizações com a responsabilidade de proteger o meio ambiente e promover o bem-estar social.

Uma das principais facetas da Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável é a promoção da prática da cadeia de suprimentos ecologicamente responsável, que busca soluções amigas do meio ambiente em toda a cadeia, como a redução das emissões de carbono, o uso eficiente de recursos naturais e a minimização de resíduos. Além disso, a Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável também aborda questões relacionadas aos direitos dos trabalhadores, à equidade social e à ética nos negócios, garantindo que os princípios de responsabilidade social corporativa sejam observados.

A complexidade da Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável exige uma abordagem interdisciplinar que envolva diversas áreas, como logística, gestão ambiental, ética empresarial, direitos humanos, economia e muito mais. Além disso, a implementação bem-sucedida da Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável requer colaboração entre empresas, governos, organizações não governamentais e a sociedade em geral.

Nesta introdução, exploraremos os principais aspectos da Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável, analisando seus princípios, desafios, benefícios e implicações para organizações e sociedade. Também abordaremos estudos de caso, pesquisas acadêmicas e práticas empresariais relacionadas ao tema, com o objetivo de oferecer uma visão completa e informada desse campo fundamental para a construção de um futuro mais sustentável e responsável.

2. Referencial Teórico

2.1 Desenvolvimento Sustentável e a Agenda 2030: Desafios e Perspectivas

A busca pelo desenvolvimento sustentável tornou-se uma preocupação global cada vez mais urgente nas últimas décadas. A Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Rio+20, culminou em 2012 com o relatório "O Futuro que Queremos", no qual os aspectos econômicos, sociais e ambientais do desenvolvimento sustentável foram considerados para incorporar e integrar em todos os setores da sociedade (Organização das Nações Unidas, 2012).

Este cenário reconheceu a importância de definir objetivos claros para orientar uma ação coerente de desenvolvimento sustentável, o que levou à criação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Estes objetivos, formulados como objetivos de ação global e universalmente aplicáveis, representam um desenvolvimento adicional importante na integração do conceito de desenvolvimento multidimensional no instrumento das Nações Unidas (Organização das Nações Unidas, 2015).

Hoje, as empresas estão sob crescente pressão regulamentar e social para adotarem práticas mais sustentáveis em suas cadeias de abastecimento. Isso significa uma mudança na visão tradicional da gestão da cadeia de abastecimento, que deve considerar não apenas a eficiência e a rentabilidade, mas também as preocupações ambientais e sociais (SEURING e MÜLLER, 2008).

Neste contexto, surgiram várias abordagens, como as cadeias de abastecimento fechadas (CLSC), a gestão ambiental da cadeia de abastecimento (SCEM), as cadeias de abastecimento verdes (GSCM) e a Gestão da Cadeia de Abastecimento Sustentável (SSCM) (SARKIS, 2012).

É importante enfatizar que a gestão sustentável da cadeia de abastecimento não se limita a práticas ambientalmente saudáveis, mas também inclui esforços destinados a melhorar o desempenho ambiental de toda a cadeia de abastecimento. A colaboração intra e interorganizacional é fundamental para o sucesso destas práticas, e a inovação desempenha um papel fundamental neste contexto (SARKIS e DHAVALÉ, 2015).

A implementação eficaz de práticas sustentáveis de gestão da cadeia de abastecimento requer uma colaboração extensiva em todos os elos para criar um sistema de classificação de desempenho ambiental, desde a seleção de materiais até à produção, utilização e reciclagem. É importante reconhecer que ainda existem desafios a superar, conforme evidenciado pelos autores e suas temáticas no Tabela 1.

Tabela 1. Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável e Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos

Autores	Definição
(STREIT <i>et al.</i> , 2023; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023)..	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GSCM) é uma abordagem de compras que se baseia na reutilização e reciclagem de materiais, com o objetivo de aprimorar o desempenho ambiental ao longo de toda a cadeia de suprimentos. Essa estratégia colaborativa envolve a empresa líder e todos os participantes da cadeia, visando integrar princípios ambientalmente conscientes em todas as fases, desde a concepção do produto até o seu descarte responsável. A GSCM busca não apenas eficiência econômica, mas também a responsabilidade ambiental, reduzindo desperdícios e promovendo a sustentabilidade. Além disso, a Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos (SSCM) incorpora as dimensões sociais e ambientais na gestão da cadeia de suprimentos, estabelecendo uma colaboração entre as empresas para atender às metas do desenvolvimento sustentável, alinhadas às expectativas dos clientes e partes interessadas. A GSCM também promove a reutilização e reciclagem de materiais, o que pode resultar em cadeias de fornecimento em circuito fechado, reduzindo o desperdício e fortalecendo a sustentabilidade. A abordagem não se limita à eficiência econômica, priorizando a minimização dos impactos ambientais das operações dos fornecedores.
(GODFREY, 1998; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023).	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GSCM) é um conjunto de procedimentos que permite à empresa monitorar de maneira constante as preocupações ambientais em sua cadeia de suprimentos, com o objetivo contínuo de aprimorar o desempenho dessa cadeia.
(BEAMON, 1999; STREIT <i>et al.</i> , 2023; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023).	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GSCM) configura-se como uma empreitada colaborativa adotada pela empresa líder em uma determinada cadeia de suprimentos, englobando todos os participantes dessa cadeia. Seu desiderato é proporcionar respaldo à organização na construção de expertise em gestão ambiental e na adoção de técnicas produtivas mais limpas e sustentáveis.
(GILBERT, 2001; STREIT <i>et al.</i> , 2023; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023)	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GSCM) corresponde à inserção de parâmetros ambientais em todas as fases da cadeia de suprimentos. Esse processo se efetiva por intermédio da reconfiguração da estratégia de aquisições e da participação dos fornecedores em todas as etapas do procedimento, com o propósito de incorporar práticas sustentáveis..
(KOGG, 2003; STREIT <i>et al.</i> , 2023; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023)..	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GSCM) pode ser conceituada como um conjunto de estratégias e políticas que integram princípios ambientalmente conscientes desde a concepção de um produto ou serviço, percorrendo sua etapa de fabricação, logística de distribuição, bem como contemplando sua subsequente reutilização ou descarte de maneira ecologicamente responsável. Tal abordagem visa assegurar que a sustentabilidade seja um fator intrínseco e permanente em todas as fases do ciclo de valor de uma organização ou sistema produtivo.
(STREIT <i>et al.</i> , 2023; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023).	Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável pode ser compreendida como uma sinergia entre as práticas de gestão voltadas para a preservação ambiental e a logística reversa, atribuindo destaque especial à última componente mencionada.
(VACHON E KLASSEN, 2006; STREIT <i>et al.</i> , 2023; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA,	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável é uma estratégia que se concentra na minimização de desperdícios ao longo de todas as fases da cadeia de suprimentos. Essa abordagem envolve a incorporação de elementos ambientalmente conscientes desde a fase inicial de design de produtos, a seleção de matérias-primas de cunho sustentável, a otimização dos procedimentos de

2023).	fabricação, uma distribuição que respeita princípios ecológicos, e uma gestão pós-consumo que leva em consideração o ciclo de vida completo dos produtos. Deste modo, a GSCM não apenas busca a eficiência econômica, mas também promove a responsabilidade ambiental em todas as etapas da cadeia de suprimentos.
(SRIVASTAVA, 2007; STREIT <i>et al.</i> , 2023; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023).	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável é uma estratégia abrangente que visa a minimização de desperdícios em todas as fases da cadeia de suprimentos. Esta abordagem engloba desde a concepção de produtos até a escolha de matérias-primas de caráter sustentável, a otimização de processos produtivos, a distribuição com foco em práticas ecologicamente responsáveis e uma gestão pós-consumo que considera integralmente o ciclo de vida dos produtos. Portanto, a GSCM não apenas promove a eficiência econômica, mas também adota a responsabilidade ambiental como um princípio fundamental em todas as etapas da cadeia de suprimentos.
(LEE e KLASSEN, 2008; STREIT <i>et al.</i> , 2023; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023).	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável representa uma estratégia de gestão de aquisições empregada por empresas, cujo objetivo é a integração de considerações ambientais ao longo de todo o processo de suprimento, com a finalidade de melhorar o desempenho ambiental tanto dos provedores de matérias-primas quanto dos consumidores finais.
(CARTER E ROGER; 2008;).	A Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos (SSCM) é o processo de incorporar as dimensões sociais e ambientais no quadro convencional de gestão da cadeia de suprimentos.
(SEURING E MULLER, 2008; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023).	A Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos (SSCM) representa o gerenciamento conjunto de recursos materiais, fluxo de informações e capital, estabelecendo uma abordagem colaborativa entre as empresas participantes da cadeia de suprimentos. Essa colaboração tem como objetivo a integração de metas que englobam as três facetas do desenvolvimento sustentável, sendo essas metas delineadas com base nas expectativas e necessidades dos clientes e demais partes interessadas.
(GUIDE e VAN WASSENHOVE, 2009; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023).	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GSCM) está intimamente relacionada com a valorização por meio da reutilização e reciclagem de materiais. Tais metas podem culminar na configuração de cadeias de fornecimento em circuito fechado, nas quais os materiais são de forma contínua reutilizados e reciclados, resultando na redução do desperdício e no fomento da sustentabilidade..
(GAVRONSKI <i>et al.</i> , 2011; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023).	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GSCM) representa um conjunto abrangente de práticas adotadas pelas organizações em seus procedimentos operacionais, com o propósito de avaliar e aprimorar o desempenho ambiental de seus fornecedores. Esta abordagem não se limita apenas à busca de eficiência econômica, mas também enfatiza a responsabilidade ambiental ao longo de toda a cadeia de suprimentos.
(ANDIÇ, YURT e BALTACIOGLU, 2012; HERZER e SCHREIBER, 2023; ROMANO, 2023; SOGABE <i>et al.</i> , 2023; DARIZA e SILVA, 2023)..	A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável tem como principal objetivo a minimização e, sempre que factível, a eliminação dos efeitos adversos das operações dos fornecedores sobre o meio ambiente.

Fonte: Adaptado de Dubey et al. (2017)

Nesta análise aprofundada, realizaremos uma minuciosa avaliação da Agenda 2030, examinando de forma crítica tanto seus méritos quanto os desafios que apresenta. Comparando-a com os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), investigaremos como essa agenda representa uma mudança fundamental na abordagem do desenvolvimento sustentável, como destacado pela UNDP (2015). Além disso, daremos

ênfase à importância crucial da governança global, que envolve uma multiplicidade de atores, na busca pela realização dos ambiciosos objetivos estabelecidos.

A Agenda 2030 transcende a mera definição de metas; trata-se, na verdade, de um programa civilizatório que almeja remodelar a maneira como concebemos e abordamos o desenvolvimento. Sua essência reside na integração das dimensões econômicas, sociais, ambientais e político-institucionais, reconhecendo que o desenvolvimento sustentável não pode ser alcançado abordando isoladamente apenas um desses aspectos. Isso requer uma compreensão holística das complexas interconexões que moldam o nosso mundo, como ressaltado por Griggs *et al.* (2013).

Esta análise crítica não apenas evidencia a magnitude dos desafios que enfrentamos na implementação da Agenda 2030, mas também sublinha a necessidade urgente de solidariedade global. O cumprimento dessas metas demanda uma colaboração significativa entre Estados, empresas e sociedade civil, ultrapassando fronteiras e interesses individuais em prol do bem comum.

No entanto, não podemos ignorar os obstáculos e desafios que surgem ao longo desse caminho. A implementação da Agenda 2030 enfrenta obstáculos significativos, desde questões de financiamento até a resistência à mudança nas estruturas de poder estabelecidas. Além disso, garantir que nenhum país ou grupo seja deixado para trás é um desafio intrincado que requer um compromisso profundo com a igualdade e a equidade.

Por fim, esta análise ressalta que a Agenda 2030 é uma visão ambiciosa para um mundo mais sustentável. Para alcançá-la, é necessário um esforço global coordenado, fundamentado em princípios de solidariedade, transparência, participação e responsabilidade. Esta agenda não é apenas um plano de metas, mas um compromisso com a transformação do nosso mundo para melhor, com a esperança de legar um futuro mais sustentável às gerações vindouras.

2.2 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e Sustentabilidade

Nesta análise de caráter crítico, exploraremos questões fundamentais relacionadas à gestão de resíduos sólidos urbanos e à promoção da sustentabilidade. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio 92 e realizada em 1992, foi responsável por dar origem à Agenda 21. Esta é um documento que se concentra na construção de uma sociedade sustentável, englobando dimensões ambientais, sociais e econômicas (UNCED, 1992). Como desdobramento desse evento, surgiu em 1999 a Agenda de Administração Ambiental (A3P), que direcionou seus esforços para sensibilizar líderes públicos acerca das questões ambientais (MMA, 2010).

A A3P, ancorada nos princípios de sustentabilidade conhecidos como "5R" - repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar - desempenha um papel central na promoção de uma cultura de responsabilidade social e ambiental no âmbito governamental. A aplicação consistente desses princípios pode resultar em uma significativa redução dos impactos ambientais e sociais adversos. No entanto, a gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil ainda enfrenta obstáculos, uma vez que muitos municípios não aderem integralmente às diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Gestão de Resíduos (PNRS) de 2010 (BRASIL, 2010).

A PNRS estabelece responsabilidades em vários níveis de governo e incentiva a cooperação e a coleta seletiva. No entanto, a gestão de resíduos é uma tarefa complexa que requer a colaboração de múltiplas partes interessadas, incluindo o setor público, empresas, instituições de ensino e a sociedade. Nesse contexto, a educação ambiental desempenha um papel crucial, promovendo os valores e práticas sustentáveis previstos na Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999).

A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) também é relevante, enfatizando a importância de considerar as dimensões sociais, éticas, culturais e ambientais na compreensão da mudança tecnológica (PINHEIRO-MACHADO, 2013). No entanto, a eficácia da ciência e tecnologia é frequentemente comprometida pela ausência de políticas sociais robustas, o que pode resultar em uma aceleração da degradação ambiental e em injustiças sociais.

O consumo excessivo e o desperdício de recursos naturais representam desafios significativos, e o progresso tecnológico, muitas vezes, agrava as desigualdades. A busca pela supremacia da racionalidade na sociedade suscita questões complexas que afetam os direitos humanos, a sustentabilidade ambiental e o consumo consciente.

A implementação eficaz da sustentabilidade enfrenta desafios, como a resistência à mudança de valores e práticas estabelecidas. A educação ambiental, em conjunto com políticas como a PNRS e a A3P, desempenha um papel crucial na promoção da responsabilidade ambiental, tanto individual quanto coletiva, e na construção de um futuro mais sustentável.

2.3 Os 5Rs da Sustentabilidade

Os principais elementos dos 5Rs, a saber, repensar, reduzir, descartar, reutilizar e reciclar, conforme destacados por Alkmin (2015) e Asteria (2019), convergem em uma perspectiva holística. Essa abordagem não se limita apenas ao tratamento adequado de resíduos sólidos, mas promove uma profunda consciência acerca do consumo e seu impacto ambiental. Os 5Rs podem ser uma ferramenta valiosa para direcionar a sociedade em direção a práticas mais sustentáveis e responsáveis.

No entanto, como qualquer abordagem, os 5Rs apresentam desafios e implicações que exigem uma análise crítica. Desta forma, é essencial considerar tanto os aspectos positivos quanto as possíveis limitações dessa abordagem.

Prós:

1. **Conscientização:** A abordagem dos 5Rs, conforme ressaltado por Asteria (2019), contribui para a conscientização sobre os impactos ambientais e sociais do consumo. Isso fomenta uma mudança de mentalidade em direção à sustentabilidade, alinhada com os objetivos de desenvolvimento sustentável.
2. **Redução de resíduos:** Priorizar a redução e a reutilização antes da reciclagem, conforme enfatizado por Alkmin (2015), resulta em uma diminuição efetiva na geração de resíduos sólidos. Essa redução alivia a pressão sobre os sistemas de gestão de resíduos, contribuindo para uma abordagem mais eficiente e sustentável.
3. **Economia:** A reutilização e a redução de consumo, como apontado por Asteria (2019), podem levar a economias financeiras tanto para os indivíduos quanto para as organizações. Além disso, ao reduzir a necessidade de recursos naturais, essa abordagem se alinha com a conservação ambiental e a preservação de recursos escassos.

Contras:

1. **Desafios culturais:** A adoção dos 5Rs implica uma mudança cultural significativa, como destacado por Alkmin (2015). Essa transformação pode enfrentar resistência devido à conveniência dos hábitos de consumo estabelecidos, tornando-se um obstáculo que precisa ser superado.
2. **Disponibilidade de alternativas sustentáveis:** Em algumas áreas, como salientado por Asteria (2019), pode ser desafiador encontrar produtos e serviços que atendam aos critérios de rejeitar produtos com impacto significativo. A disponibilidade limitada de opções sustentáveis pode dificultar a implementação dos 5Rs.

3. Complexidade da implementação: A aplicação dos 5Rs envolve uma série de etapas que podem ser complexas, exigindo esforço adicional por parte dos consumidores e das empresas, conforme indicado por Alkmin (2015). A complexidade da implementação pode ser vista como uma barreira que precisa ser superada.

Para superar esses desafios e aproveitar os benefícios dos 5Rs da sustentabilidade, é fundamental adotar uma abordagem educativa e informativa abrangente. Isso inclui a realização de campanhas de conscientização, a integração da educação ambiental nas escolas e a promoção de práticas sustentáveis por parte das empresas. Além disso, é

3. Metodologia

O presente estudo concentra-se na análise de uma empresa dedicada à reciclagem de pneus inservíveis. A coleta de dados por meio de entrevistas é um método de pesquisa no qual um pesquisador faz perguntas a um ou mais participantes com o objetivo de obter informações, insights e respostas que são relevantes para o estudo em questão. Essas entrevistas podem ser estruturadas (com perguntas específicas) ou semiestruturadas (mais flexíveis), e são usadas para coletar dados qualitativos ou quantitativos, dependendo da abordagem da pesquisa., entrevista formal realizada com o responsável técnico da empresa no mês de setembro de 2023, observação indireta e análise de documentos específicos da organização

A metodologia adotada para a elaboração deste artigo é a do estudo de caso, tendo como foco a referida empresa de reciclagem de pneus inservíveis. A escolha desse método se fundamenta na sua eficácia em examinar eventos contemporâneos em contextos reais, conforme preconizado por Yin (2014). A relevância da temática da sustentabilidade, com ênfase na reciclagem de pneus inservíveis, justifica a seleção do método de estudo de caso. De acordo com Yin (2005), esse método desempenha um papel essencial na compreensão de fenômenos específicos, como os relacionados a organizações.

Por fim, é importante ressaltar a importância da revisão literária como componente crucial na construção do conhecimento científico. Além de proporcionar uma base sólida para embasar a pesquisa, a revisão da literatura também contribui para o desenvolvimento de novas teorias e evidencia lacunas que podem inspirar futuras investigações, conforme destacado por Botelho *et al.* (2011).

A utilização conjunta dessas técnicas de coleta de dados e a aplicação do método de estudo de caso fornecem uma abordagem robusta e abrangente para analisar a empresa de reciclagem de pneus inservíveis no contexto da sustentabilidade. No entanto, é importante reconhecer que o estudo de caso pode apresentar limitações, como a dificuldade de generalização dos resultados para outras situações, exigindo cuidado na interpretação dos achados (YIN, 2005). Portanto, para garantir a qualidade e a validade da pesquisa, é fundamental adotar uma abordagem crítica e cuidadosa ao longo de todo o processo metodológico.

4. Resultados e Discussões

A empresa dedicada à reciclagem de pneus inservíveis, situada na cidade de Valinhos, interior de São Paulo, proporciona uma visão abrangente de suas operações e respectivos impactos, conforme detalhado em entrevista realizada com seu diretor técnico. Estabelecida em 1991, essa organização se destacou por sua abordagem pioneira no tocante à gestão de resíduos de pneus, demonstrando seu compromisso com práticas sustentáveis muito antes das regulamentações ambientais brasileiras serem fortalecidas.

Tabela 2. Questionário dirigido ao responsável técnico da empresa de reciclagem

Perguntas	Respostas
Qual foi o agente motivador para a fundação da empresa?	A empresa foi fundada em 1991, época em que não havia legislação ambiental. No entanto, fomos motivados a abrir a empresa graças ao incentivo de um grande parceiro, que continua ativo até hoje, e que acreditava que poderíamos fazer as coisas de maneira diferente em relação ao que era feito na época. Essa abordagem inovadora permanece até os dias atuais.
Em se tratando de uma empresa que realiza a reciclagem de pneus inservíveis, conforme preconizado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, houve alguma contrapartida do poder público, uma vez que ele é o responsável por esses resíduos?	Nossa especialização está na logística reversa de pequenos geradores, como centros automotivos e concessionárias. Essa etapa é a mais desafiadora e custosa do processo de reciclagem. Infelizmente, o poder público não ofereceu nenhuma contrapartida nesse sentido.
Qual é o porte da empresa em termos de quantidade de funcionários e área ocupada? Como é o relacionamento com os clientes e fornecedores da cadeia reversa?	A empresa é de médio porte, possuindo uma matriz em Valinhos-SP e filiais em Canoas-RS, Curitiba-PR e Duque de Caxias-RJ. Empregamos cerca de 80 funcionários diretos no total e ocupamos uma área de aproximadamente 15.000m ² nas quatro localidades. Nossos parceiros variam em porte, desde multinacionais que nos contratam para executar serviços de logística reversa até pequenas empresas que geram resíduos específicos.
Quais são os principais meios/fornecedores de resíduos para a matéria-prima da empresa?	Nosso foco está na linha automotiva, o que inclui distribuidores, revendedores, aplicadores, centros de manutenção, frotistas, entre outros.
Como a eficiência da empresa é monitorada?	Utilizamos vários indicadores internos para monitorar nossa eficiência. Priorizamos o controle de itens que têm um grande impacto ambiental, como emissões de CO ₂ , consumo de combustível, consumo de energia, em relação ao volume total movimentado, entre outros.
Existem parcerias consolidadas com construtoras ou prefeituras (aterro de inertes)? Há facilidade na obtenção de matéria-prima? Há entraves legais para isso?	Não temos foco em atender prefeituras, e em relação às construtoras, nosso trabalho envolve a gestão ambiental dos resíduos de sua frota, não necessariamente a obtenção de matéria-prima. Não enfrentamos entraves legais significativos nesse aspecto.
Quais são as motivações e ganhos competitivos nesse fluxo de logística reversa?	Nossas motivações incluem o desenvolvimento de parcerias contínuas para a operação de logística reversa, parcerias com geradores e a expansão da capilaridade de resíduos e serviços. Além disso, nossa presença nas regiões Sul e Sudeste do Brasil é estrategicamente importante.
Qual a porcentagem de resíduo que é possível reciclar? Vocês fazem a triagem e separação ou têm parcerias estabelecidas para isso?	Sim, temos vários processos de triagem que verificam a qualidade e viabilidade de reutilização de cada pneu. Atualmente, conseguimos aproveitar cerca de 30% dos pneus para reuso.
Como é o fluxo das informações e o processo de recebimento dos materiais (mapeamento da logística reversa)?	Utilizamos um sistema de gestão de coleta que considera prazos, volumes ou solicitações. Dentro desse processo, cada resíduo de interesse, como cada pneu, é rastreado individualmente desde a geração até o destino. Também há um processo de formação de lotes que rastreia a origem do lote e para onde ele foi destinado ou processado.
Quais são os custos envolvidos entre as empresas fornecedoras de materiais inerentes e a sua empresa?	Não é possível estabelecer uma regra geral para os custos, pois isso depende muito do tipo de pneu e do custo da logística, que varia de acordo com a localização, entre outros fatores.
Quais são as maiores dificuldades da reciclagem, especialmente nesse tipo de logística reversa?	Uma das principais dificuldades, seja para qualquer material, é a centralização desse tipo de resíduo em um único operador.

Quais são os principais processos de reciclagem gerenciados pela empresa?	Gerenciamos todo o processo de logística reversa, triagem e rastreabilidade.
Como os materiais recebidos pela empresa voltam ao mercado?	Materiais que têm sobrevida, possibilidade de reuso em sua função original, ou que permitem retrabalhos como remanufatura e recauchutagem, são reintroduzidos no mercado. Além disso, os materiais recicláveis são transformados em matéria-prima para a indústria, contribuindo para a cadeia de produção de outros produtos.
Qual é o nível de concorrência das empresas desse ramo no atual mercado?	O maior desafio enfrentado é a concorrência desleal, em que algumas empresas não são submetidas às leis ambientais, trabalhistas, fiscais e de transporte. Isso ocorre, em parte, devido à conivência dos geradores que contratam essas empresas inadequadas para a atividade.

Fonte: Entrevista concedida pelo responsável técnico da empresa (2023).

A entrevista com o responsável técnico da empresa de reciclagem de pneus inservíveis revela uma operação complexa e comprometida com a responsabilidade ambiental. A empresa destaca a importância da iniciativa privada na promoção da sustentabilidade, mesmo em um contexto desafiador. Para avançar, é fundamental abordar os desafios financeiros, a centralização dos materiais e a necessidade de regulamentação mais abrangente para a gestão eficaz dos resíduos de pneus inservíveis no Brasil.

4. Considerações finais

Na conclusão deste estudo, emergem as complexidades e desafios intrínsecos ao programa de logística reversa de pneus inservíveis no Brasil, liderado pelo sistema Reciclanip/EMDAPI, bem como a valiosa experiência da empresa de reciclagem de pneus inservíveis sediada em Valinhos, São Paulo, no que diz respeito à gestão desses resíduos.

A evolução do sistema de gestão de pneus usados no Brasil ao longo dos anos é inegável, contudo, persistem questões críticas, particularmente relacionadas ao financiamento e à avaliação dos subprodutos derivados dos pneus, as quais demandam atenção especial. Para que o programa cumpra eficazmente suas metas regulatórias, é imperativo um investimento financeiro substancial. Além disso, embora se observe um progresso notório na valorização dos pneus usados como recursos industriais, ainda não é suficiente para cobrir integralmente os custos associados à gestão da cadeia de materiais.

A dispersão dos pneus inservíveis entre os clientes e usuários finais representa um desafio significativo na eficiente coleta desses resíduos. A diversidade de intervenientes envolvidos, desde os fabricantes até os pequenos geradores, requer uma abordagem abrangente e integrada para garantir o sucesso da logística reversa.

A legislação ambiental do país incentiva o conceito de responsabilidade compartilhada, embora ainda não tenha sido plenamente implementada no setor de pneus, devido à prevalência da Resolução CONAMA 416/09. Esta situação destaca a urgência de uma maior integração e conformidade com as políticas nacionais de resíduos, a fim de garantir uma gestão efetiva dos pneus usados.

O caso da empresa em Valinhos, como exemplo de gestão de pneus no final de sua vida útil, sobressai-se devido aos consideráveis desafios enfrentados, notadamente pela falta de apoio eficaz das autoridades públicas. O sistema interno de triagem e gestão da coleta implementado pela empresa garante a qualidade e rastreabilidade dos resíduos, contribuindo para a economia circular. No entanto, a concorrência desleal e a falta de fiscalização eficaz impõem desafios adicionais ao mercado de reciclagem de pneus.

Referências

AGENDA 21: **Cúpula da Terra** - O Programa de Ação das Nações Unidas do Rio . Rio de Janeiro: UNCED, 1992.

ALKMIN, F. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e Sustentabilidade**. Editora Manole, 2015.

ANDIÇ, E.; YURT, Ö.; BALTACIOĞLU, T.. Cadeias de abastecimento verdes: Esforços e aplicações potenciais para o mercado turco. **In: Recursos, Conservação e Reciclagem**, v. 58, p. 50–68, 2012.

ASTERIA, D. Práticas Sustentáveis no Cotidiano: Reflexões sobre os 5Rs. **In: Revista de Sustentabilidade e Meio Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2019.

BEAMON, B. M. Medindo o desempenho da cadeia de suprimentos. **In: Revista Internacional de Gestão de Operações e Produção**, v. 3, pág. 275-292, 1999.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. A.; MACEDO, M.. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **In: Gestão e Sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 27 out. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm. Acesso em: 27 out. 2023.

CARTER, C. R.; ROGERS, D. S. Uma estrutura de gestão sustentável da cadeia de suprimentos: avançando em direção a uma nova teoria. **In: Revista Internacional de Distribuição Física e Gestão Logística**, v. 5, pág. 360-387, 2008.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários**. Editora McGraw-Hill, 1983.

DARIZA, A. S.; SILVA, T. R. Logística reversa e embalagens sustentáveis: conceitos e aplicações. **Revista Conecta**, v. 6, n. 2, p. 43-56, 2023.

DUBEY, R.; GUNASEKARAN, A.; PAPADOPOULOS, T. Gestão da cadeia de abastecimento verde: enquadramento teórico e novas direções de investigação. **In: Uma Revista Internacional**, v. 24, n. 1, pág. 184-218, 2017.

GAVRONSKI, I. *et al.* Uma visão baseada em recursos da gestão do abastecimento verde. **In: Pesquisa em Transporte Parte E: Revisão de Logística e Transporte**, v. 6, pág. 872–885, 2011.

GODFREY, R. Compra ética: desenvolvendo a cadeia de abastecimento além do meio ambiente. In: Russel, T. (Ed.), *Compras mais ecológicas: oportunidades e inovações*, Sheffield, Inglaterra: **Greenleaf Publishing**, 1998, p. 244-251.

GRIGGS, D. *et al.* Um quadro integrado para objectivos de desenvolvimento sustentável. **In: Ecologia e Sociedade: Um Jornal de Ciência Integrativa para Resiliência e Sustentabilidade**, v. 4, 2014.

GUIDE, V.D.R; VAN WASSENHOVE, L. N. A evolução da pesquisa em circuito fechado da cadeia de suprimentos. **In: Pesquisa Operacional**, v. 57, n. 1, pág. 10-18, 2009.

HERZER, E.; SCHREIBER, D. Análise da gestão sustentável da cadeia de suprimentos e da inovação em uma empresa têxtil do Vale dos Sinos. **Revista de Administração da UFSM**, v. 16, n. 3, p. e3-e3, 2023.

MMA. Agenda de Administração Ambiental na Administração Pública Federal - A3P. Ministério do Meio Ambiente, Governo Federal. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80038/Cartilha_A3P.pdf. Acesso em: 26 out. 2023.

PINHEIRO-MACHADO, R. Ciência, tecnologia e sociedade: a produção social da técnica e do científico. In: **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 28, n. 83, p. 47-65, 2013.

ROMANO, A. L. Gestão de Riscos Sustentáveis e Complexidade em Cadeias de Suprimentos Globais: Estratégias Proativas e Desafios. **South American Development Society Journal**, v. 9, n. 25, p. 115, 2023.

SARKIS, J. A boundaries and flows perspective of green supply chain management. Supply Chain Management: **In International Journal**, v. 17, n. 2, p. 202–216, 2012.

SARKIS, J.; DHAVALÉ, D. G. Supplier selection for sustainable operations: A triple-bottom-line approach using a Bayesian framework. **International journal of production economics**, v. 166, p. 177–191, 2015.

SEURING, S. M. Metodologias de pesquisa em gerenciamento da cadeia de suprimentos. Heidelberg: **Physica-Verlag**, 2005, p. 235-249.

SEURING, S.; M, **Jornal de Produção Mais Limpa**, v. 16, p. 1699-1710, 2008.

SOGABE, V. P.; MOORI, R. G.; DE MORAIS, R. R. Gestão das Cadeias de Suprimentos da Soja e Milho no Estado do Mato Grosso (Brasil). **Revista Gestão em Análise**, v. 12, n. 2, p. 134-151, 2023.

SRIVASTAVA, S. K. Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. **International journal of management reviews**, v. 9, n. 1, p. 53–80, 2007.

STREIT, J. A. C. *et al.* IMPACTO DA COVID-19 EM FRÁGEIS ATORES DA CADEIA DE SUPRIMENTOS CIRCULAR E OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. RGO. **Revista Gestão Organizacional**, v. 16, n. 3, p. 121–137, 2023.

YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.