



ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA INDÚSTRIA CALÇADISTA: ANÁLISE GRAVIMÉTRICA E O PODER CALORÍFICO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.V-003>

Ana Paula de Mendonça, (*)Carlos Fernando Lemos.

Universidade Federal de Viçosa/Campus Florestal - MG – fernando.lemos@ufv.br

RESUMO

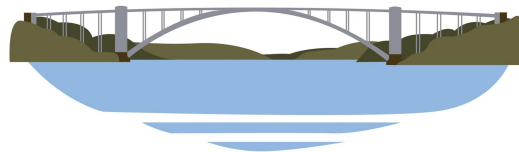
Dentre os principais objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos estão o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo, adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais, redução do volume e da periculosidade dos resíduos, o incentivo à indústria da reciclagem, a gestão integrada de resíduos sólidos e o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético. Esta pesquisa visa conhecer a composição gravimétrica e poder calorífico de resíduos calçadistas, apresentar novos métodos para destinação, e por meio de testes de valoração energética revelar o potencial desses resíduos para utilização como combustível, em fábricas de cimento. O objetivo do presente trabalho é demonstrar a viabilidade de reaproveitamento energético dos resíduos sólidos gerados na indústria calçadista de Nova Serrana como combustível alternativo nos fornos de clínquer, por meio de gravimetria e realização de teste de poder calorífico. Os resíduos sólidos calçadistas gerados nas fábricas são recolhidos por empresas prestadoras de serviços, as quais são encarregadas da coleta, transporte e gerenciamento. A RECINOVA – EIRELI M/E é uma das empresas de coleta de resíduos industriais em Nova Serrana, e que forneceu os dados para realização desta pesquisa. Atualmente as fábricas calçadistas terceirizam a destinação do resíduo sólido produzido, pois estão sendo obrigadas a licenciar e destinar corretamente estes resíduos, que antes eram colocados nas ruas e recolhido pela prefeitura e por catadores. Além disso foram realizadas a caracterização gravimétrica dos materiais. As atividades industriais têm muitos efeitos positivos nos ganhos econômicos e sociais de um país, mas, por outro lado, também podem ser sinônimo de perdas ambientais consideráveis. Os processos produtivos de alto volume nessa indústria geram resíduos sólidos, como sobras de materiais ou produtos com defeitos. O descarte inadequado desses resíduos prejudica o meio ambiente, gerar riscos à saúde e até mesmo comprometer o próprio desenvolvimento da empresa. Essa situação mostra como gerenciar adequadamente esses resíduos é uma questão ambiental premente.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Indústria Calçadista. Poder Calorífico.

ABSTRACT

The main objectives of the National Solid Waste Policy are the encouragement of the adoption of sustainable production and consumption standards, adoption, development and improvement of clean technologies as a way to minimize environmental impacts, reduction of the volume and hazardousness of waste, the incentive to the recycling industry, the integrated management of solid waste and the incentive to the development of environmental and business management systems aimed at improving processes. productive and the reuse of solid waste, including recovery and energy use. This research aims to know the gravimetric composition and calorific value of footwear waste, present new methods for disposal, and through energy valuation tests reveal the potential of these residues for use as fuel in cement plants. The objective of this work is to demonstrate the feasibility of energy reuse of solid waste generated in the footwear industry of Nova Serrana-MG as an alternative fuel in clinker furnaces, through gravimetry and calorific value test. The footwear solid waste generated in the factories is collected by service companies, which are in charge of the collection, transportation, and management. RECINOVA – EIRELI M/E is one of the industrial waste collection companies in Nova Serrana- MG, which provided the data for this research. Currently the footwear factories outsource the disposal of solid waste produced, because they are being obliged to license and properly dispose of this waste, which was previously placed on the streets and collected by the city and collectors. In addition, the gravimetric characterization of the materials was performed. Industrial activities have many positive effects on a country's economic and social gains, but on the other hand, they can also be synonymous with considerable environmental losses. The high-volume production processes in this industry generate solid waste, such as leftover materials or defective products. The improper disposal of this waste harms the environment, generates health risks and even compromises the company's own development. This situation shows how properly managing this waste is a pressing environmental issue.

Keywords: Solid Waste. Footwear Industry. Calorific Power.



INTRODUÇÃO

A exploração intensiva dos recursos naturais e o consumo excessivo de produtos naturais tornam o homem vítima de seu próprio modelo de consumismo. Devido ao impacto da produção industrial, resíduos são gerados e a poluição aumenta, o que significa ações para reduzir o impacto ambiental. Uma série de mudanças no micro e macroambiente afeta a gestão das organizações, que precisa estar envolvida no planejamento estratégico corporativo para se adequar às novas tendências globais a fim de atender consumidores que preferem os produtos certos (TACHIZAWA, 2002).

Relatórios e apresentações de ONGs revelam a deterioração dos ecossistemas devido a questões de impacto ambiental, como poluição, aquecimento global, lançamento indiscriminado de resíduos tóxicos que podem comprometer os lençóis freáticos, resíduos industriais, emissões atmosféricas etc. Organizações internacionais. O relatório gerado pela *United Nations Industrial Development Organization* é uma ferramenta educativa que, quando devidamente divulgadas, podem ajudar a inspirar a sociedade civil, iniciativas privadas e forças públicas a refletir e buscar soluções ecológicas em nível global (UNIDO, 2022).

Os resíduos sólidos representam um grande problema socioambiental na atualidade devido a sua destinação inadequada frequente, ato que gera impactos ambientais e oferece riscos importantes à saúde humana. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, resíduo sólido é definido como qualquer material, substância ou objeto, que é descartado resultante de atividades humanas (RIBEIRO; MORELLI, 2009).

A lei 12305/2010 instituiu uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, visando a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares (BRASIL, 2010).

Dentre os principais objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estão o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo, adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais, e o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético (BRASIL, 2010).

Assim, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos evidencia a necessidade de investigação do potencial de aproveitamento energético dos resíduos sólidos produzidos por setores da economia que apresentam produção crescente de resíduos como resultado do uso crescente de insumos naturais (CHAGAS *et al.*, 2021).

Muitos dos insumos naturais utilizados como matéria-prima pela indústria são em sua maioria não renováveis, e a escassez de insumos compromete o próprio sistema produtivo. A exploração desregulada também pode causar variações no clima, comprometimento dos recursos naturais essenciais à vida, como a água e o ar, e desmatamento, afetando o habitat natural de muitas espécies (FEITOSA; SOUZA, 2013).

O consumo crescente de matéria prima acarreta uma situação preocupante quanto à exploração dos recursos naturais e descarte dos resíduos, discussão sobre perda da qualidade de vida e disseminação de doenças entre a população. Atualmente, as indústrias calçadistas registram um consumo crescente de matéria prima e, conseqüentemente, um aumento na geração de resíduos sólidos. A produção de resíduos na indústria calçadista tem início no processo de fabricação das placas expandidas, sob a forma de aparas, surgidas após o processo de expansão e, em forma de pó, proveniente do lixamento das placas (FLACH *et al.*, 2017).

Por isso, percebe-se a necessidade de desenvolver pesquisas para formalizar uma base técnica de estudos e métodos de análise de valores energéticos dos resíduos, que sejam capazes de contribuir para uma gestão sustentável desses resíduos produzidos e também oferecer para Câmaras Legislativas uma alternativa embasada em novas legislações e/ou ajustes das leis em vigor, pois a quantidade de resíduos sólidos calçadistas gerados desempenha um papel importante na sociedade moderna, sendo necessário novas políticas governamentais e nos setores produtivos do país e do mundo.

Esta pesquisa visa conhecer a composição gravimétrica e poder calorífico de resíduos calçadistas, apresentar novos métodos para destinação, e por meio de testes de valoração energética revelar o potencial desses resíduos para utilização como combustível, em fábricas de cimento. Conhecer a composição dos resíduos da indústria calçadista é fundamental para a definição de novos métodos para reciclagem e valorização energética, ou melhoria dos já existentes.

Assim, essa pesquisa se mostra relevante por apresentar a análise gravimétrica com identificação do valor energético de forma organizada e específica para o setor calçadista. Aliado à causa socioambiental, a pesquisa poderá beneficiar também a indústria calçadista e os destinatários do resíduo, oferecendo um rico conteúdo para embasamento de novas legislações ou ajustes das leis em vigor. Dessa forma, poderão ser facilitadas a condução de estudos econômicos e técnicos e a promoção de novas oportunidades de trabalho e de renda para o setor.

Diante do exposto, este projeto buscará responder às seguintes perguntas de pesquisa:

- Qual é a composição gravimétrica dos resíduos sólidos da indústria calçadista de Nova Serrana - MG?
- Como a composição gravimétrica afeta as condições de descarte e/ou reutilização dos resíduos sólidos?



- Qual é o potencial dos resíduos sólidos da indústria calçadista de Nova Serrana- MG como combustível para a produção de energia para as fábricas e cimenteiras?

A justificativa para realização deste trabalho é que atualmente, as indústrias calçadistas registram um consumo crescente de matéria-prima e, conseqüentemente, um aumento na geração de resíduos sólidos, o que acarreta uma situação preocupante, quanto à exploração dos recursos naturais e descarte adequado desses resíduos para não acarretar perda da qualidade de vida e disseminação de doenças entre a população.

Conhecer a composição e o Poder Calorífico de um resíduo é fundamental para a levantar novos métodos de reaproveitamento energético, ou melhorar os já existentes. Por isso, essa pesquisa se justifica, por apresentar a análise gravimétrica com identificação do valor energético de forma organizada e específica para o setor calçadista. Aliado à causa socioambiental, a pesquisa poderá beneficiar também a indústria calçadista, destinatários do resíduo, e meio ambiente oferecendo um rico conteúdo para embasamento de novas legislações e ou ajustes das leis em vigor. Dessa forma, poderão ser facilitadas a condução de estudos econômicos e técnicos e a promoção de novas oportunidades de trabalho e renda.

De acordo com a lei 12.305/2010, que institui uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. (BRASIL, 2010).

Dentre os principais objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos estão o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo, adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais, redução do volume e da periculosidade dos resíduos, o incentivo à indústria da reciclagem, a gestão integrada de resíduos sólidos e o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético.

Pautando-se nesses objetivos a presente proposta de pesquisa justifica-se, principalmente, por demonstrar a quantidade gerada e a intenção de levantar o potencial energético dos resíduos sólidos produzidos pela indústria calçadista de Nova Serrana e demonstrar a viabilidade do seu reaproveitamento.

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (Abicalçados, 2022), produção brasileira de calçados apresenta o Nordeste com uma expressiva participação que pode ser constatada ao se estabelecer uma divisão regional desta produção. A região concentrou 54,3% do total de calçados produzidos no Brasil em 2021, porém, no último ano, a taxa de participação da região caiu 1,1 ponto percentual em relação a 2020, mas manteve-se acima dos níveis pré-pandemia. Por sua vez, as regiões Sudeste (13,7%) e Sul (11,5%) são as únicas a superar a média brasileira (9,8%) na produção de calçados em 2021 em relação a 2020. No entanto, ambas as regiões mantêm-se mais baixas do que em 2019. A única região a apresentar variação negativa na comparação 2021 x 2020 foi o Norte (-2,3%) (Figura 1).

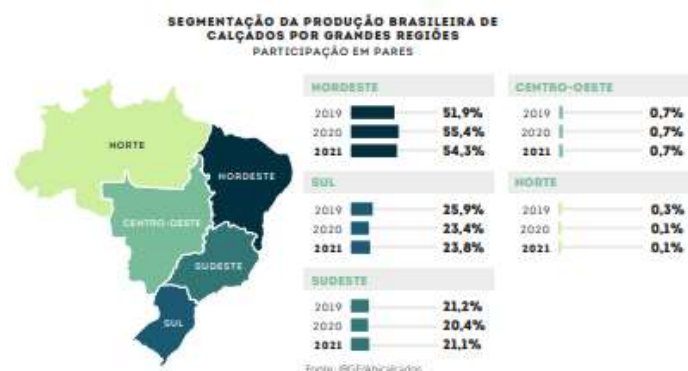


Figura 1: Segmentação da produção brasileira de calçados por grandes regiões. Fonte: IBGE/Abicalçados, 2022

Quanto às unidades federativas, os estados do Ceará, Rio Grande do Sul e Paraíba são os três maiores produtores de calçados, com participações de mercado de 24%, 20,8% e 18,4%, respectivamente, em 2021. Vale destacar que, entre os cinco maiores produtores, os Estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Bahia tiveram desempenho em 2021, com crescimento acima da média brasileira e, portanto, superior ao de 2020. A participação do ano aumentou.

Destaque também para o desempenho de Sergipe, que teve um aumento significativo na produção em 2021, com alta de 47,1%, para 10,8 milhões de pares. Um dos motivos do desempenho desses estados é o perfil dos calçados produzidos e a queda em 2020, mais especificamente calçados de couro no Rio Grande do Sul. Destaque também para o



aumento da produção (11%) no estado do Paraná, que produz muito calçados de segurança e já teve crescimento em 2020 (Figura 2).



Figura 2: Segmentação da produção brasileira de calçados por unidades da federação.
Fonte: IBGE/Abicalçados, 2022.

Os centros calçadistas são áreas com grande concentração de empresas manufatureiras, com cidades muito próximas geograficamente. Para a seleção dos polos como objetos de interesse, três critérios foram considerados:

- (1) a contribuição da região para a produção nacional;
- (2) a contribuição da produção dos polos para a produção nacional;
- (3) a dispersão da produção dentro do estado.

O perfil geográfico dos polos leva em consideração a área geográfica intermediária do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e estatística) e os municípios com empregos relacionados à indústria calçadista. As estimativas de produção de calçados para cada centro foram desenvolvidas a partir de microdados de produção para cada cidade fornecidos pelo IBGE, que foram agregados ao centro. Buscamos determinar a relação entre produção e geração de empregos para extrapolar os dados de produção de 2019 do IBGE por meio do emprego na indústria calçadista em 2020 e 2021.

Portanto, é preciso observar as variações da produção relacionada ao emprego entre os estados e entre os polos calçadistas de cada estado. Nesse sentido, ao detalhar a concentração da produção nos estados de acordo com seus polos produtores, pode-se observar que o Ceará possui quatro polos, que juntos respondem por 97,5% da produção do estado em 2021. Desses polos, Sobral é responsável por 63,3% (122,6 milhões de pares) da produção nacional, porém, no último ano sua participação caiu 4,5 pontos percentuais em relação aos demais polos produtores do estado. Além disso, este par de calçados também é o segundo maior produtor de calçados do país. Embora o Ceará seja o maior estado produtor, existem algumas diferenças de produção entre os diferentes polos do estado.

O maior polo calçadista do Brasil é Campina Grande, na Paraíba, com produção estimada em mais de 144 milhões de pares. No sul do país, o Estado do Rio Grande do Sul é um importante produtor de calçados. No Estado, destaca-se o polo Vale do Rio dos Sinos (46,9% da produção estadual, 78,6 milhões de pares).

Em Minas Gerais, a produção está distribuída entre os polos de Nova Serrana e Montes Claros. Este último representou 40,7% da produção nacional em 2019 e 51,6% em 2021, ou seja, um aumento de 10,9 pontos percentuais em relação a 2019 e de 1,7 pontos percentuais em relação a 2020 (49,9%). Essa dinâmica está relacionada aos tipos de calçados (chinelo de plástico e borracha) que são produzidos principalmente localmente. Nova Serrana, 41,6% da produção estadual, 50,8 milhões de pares até 2021.

A figura 3 demonstra que em relação aos principais materiais utilizados na produção da indústria brasileira de calçados, destaca-se o plástico/borracha.

No entanto, a participação do material na produção brasileira caiu de 56,2% em 2020 para 53,9% em 2021, embora tenha sido observado um leve aumento na produção (5,4%) da categoria plástico/borracha na mesma comparação.

Por outro lado, a participação na produção de outros materiais cresceu em 2021. A categoria de couro se destaca, passando de 15,1% em 2020 para 17% em 2021, ou um aumento de 1,9 ponto percentual no engajamento, superando inclusive a participação da categoria antes da pandemia.

O aumento da participação do material se deve, em parte, ao crescimento da produção de calçados do Rio Grande do Sul, que se destaca pela produção e exportação de calçados de couro. A categoria de laminados sintéticos também teve aumento de participação em 2021 (22,1%) em relação a 2020 (21,8%), mas não o suficiente para atingir os níveis pré-pandemia (25,0%).



Figura 3: Produção de calçados no Brasil por material predominante em 2021. Fonte: IBGE/Abicalçados, 2022

Já a figura 4 a produção brasileira, medida em pares, desagregada por sexo, é importante definir dois grupos: (1) identificados; (2) não identificados (ou calçados adultos neutros em termos de gênero). Este último grupo inclui basicamente calçados unissex, ortopédicos, de segurança e outros tipos designados como de gênero "desconhecido". Assim, em 2021, esse tipo de calçado representará 50,3% da produção total, 3,4 pontos percentuais a mais que em 2020, impulsionado pelo crescimento relativo de calçados unissex (como muitos chinelos) e de calçados esportivos, produção total. Entre os calçados que definem o gênero, os calçados femininos são os que mais se destacam, respondendo por 65,8%, respondendo por 32,7% da produção total de calçados.



Figura 4: Produção identificada de calçados por gênero em 2021. Fonte: IBGE/Abicalçados, 2022

Em relação ao referencial teórico, os resíduos sólidos oriundos das sobras e falhas dessas matérias-primas podem ser descartados, reinsertados no processo produtivo ou destinados aos catadores de materiais recicláveis, dentre outras formas. A coleta, armazenagem e as destinações finais, quando realizadas inadequadamente, podem ocasionar impactos ambientais negativos, riscos à saúde humana e ao desenvolvimento da organização. (SOARES E ARAÚJO, 2016)

A Lei Nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), foi criada para ordenar não só a gestão integrada, mas também o gerenciamento dos resíduos sólidos, visando incentivar, em todos os municípios brasileiros, a coleta seletiva e a reciclagem (BRASIL, 2010).

O Brasil, sendo o quarto maior produtor de calçados do mundo, essas indústrias somaram, em 2019, 936 milhões de pares (ABICALÇADOS, 2022).

As indústrias calçadistas, têxtil, de vestuário e artefatos de tecidos geraram juntas, em 2016, mais de 600 toneladas/dia de resíduos industriais no país (BRASIL, 2020). Isso motivou Martins, Bastos e Oliveira (2020) a analisarem tanto esse tipo de indústria como também o reflexo de programas de minimização de impactos ambientais.

A Gestão ambiental dos resíduos de origem da indústria de calçados, SG (Ambiental, Social e Governança) corresponde às práticas ambientais, sociais e de governança de uma organização. Este tema está cada vez mais inerente à economia, às organizações e até à gestão de investimentos em todo o mundo. No entanto, a mudança no comportamento do consumidor também estimulou a integração de fatores ESG nos investimentos e atividades das empresas (ABICALÇADOS, 2022).

Em 2020, os investimentos sustentáveis e responsáveis nos principais mercados financeiros globais totalizaram US\$ 35,3 trilhões, representando 36% de todos os ativos geridos profissionalmente nos mercados financeiros dos



Estados Unidos, Canadá, Japão, Australásia e Europa (*Global Alliance for Sustainable Investment - GSIA*). A indústria brasileira de calçados está alinhada com as práticas ESG. Para promover a sustentabilidade na cadeia calçadista, fomos pioneiros na única certificação ESG e de sustentabilidade do mundo para empresas produtoras de calçados e insumos para calçados: Origem Sustentável (ABICALÇADOS, 2022).

No processo produtivo das indústrias calçadistas, têm-se: modelagem; classificação dos componentes do calçado; corte e reduções; preparação e costura; montagem; acabamento; verificação e expedição (SANTOS, 2008)

Na fabricação de calçados são utilizados 40 tipos diferentes de materiais, sendo os principais: 25% de couro, 17% de poliuretano (PU), 16% de borracha termoplástica, 14% de etileno acetato de vinil (EVA), 8% de policloreto de vinil (PVC), 7% de borrachas, 7% de outros materiais (metais, por exemplo) e 6% de materiais têxteis (WGLFI, 2000).

Ações estratégicas e operacionais são usadas em todos os setores com a implantação dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) a fim de diminuir a degradação do meio ambiente, aumentar a eficiência energética e das etapas de produção, melhorando o desempenho ambiental e beneficiando a imagem da empresa adotante perante a sociedade (CAMPO; MELO, 2008).

Destacamos a seguir algumas informações relevantes acerca da indústria calçadista brasileira, conforme pesquisa realizada pela Abicalçados em 2022:

- 87% das empresas têm um trabalho de destinação ambientalmente adequada dos resíduos de forma completa ou parcial
- 60% das empresas declaram realizar iniciativas de ecodesign em seus produtos
- 48% das empresas consomem energia elétrica 100% oriunda de fontes renováveis, como a partir do Ambiente de Contratação Livre (mercado livre) ou autogeração (fotovoltaica, eólica, etc.)
- 73% das empresas executam o controle das substâncias restritas
- 61% da produção está vinculada a empresas que realizam pesquisa de materialidade e publicam relatórios de sustentabilidade de acordo com padrões internacionais
- 56% da produção está vinculada a empresas que realizam inventário de emissões de gases

O Brasil tem a menor emissão de CO₂ (dióxido de carbono) em relação ao PIB (Kg/PIB) em comparação com o maior país produtor de calçados do mundo.

As emissões de CO₂ por dólar do PIB são seis vezes menores que as do Vietnã, quatro vezes menores que as da China e duas vezes menores que as da Indonésia. Ainda é metade da média mundial. (Banco Mundial). Em comparação com o maior produtor mundial de calçados, o Brasil tem a maior participação de energia renovável no consumo de energia. 47,1% do consumo de eletricidade do Brasil vem de fontes renováveis (eólica, hídrica, solar etc.). Na China, a taxa de utilização de energia renovável é de apenas 13,1%. (BANCO MUNDIAL, 2018).

OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar a viabilidade de reaproveitamento energético dos resíduos sólidos gerados na indústria calçadista da cidade de Nova Serrana – MG como combustível alternativo nos fornos de clínquer, por meio de gravimetria e realização de teste de poder calorífico.

METODOLOGIA

O estudo teve um caráter exploratório e quali-quantitativo com levantamento *in situ* na empresa RECINOVA – EIRELI M/E. A RECINOVA – EIRELI M/E é uma empresa de coleta de resíduos industriais calçadistas, na qual esta empresa coleta resíduos industriais calçadistas de 50 empresas na Cidade de Nova Serrana - MG, todos os dados desta pesquisa foram fornecidos por esta empresa. Foram realizadas pesquisas em trabalhos acadêmicos sobre o tema nos sites CAPES periódicos e google acadêmico com as palavras: logística reversa e sustentabilidade, realizou-se ainda pesquisas em websites e órgãos representativos dentre eles, ABRELPE (2022).

Na Definição das Amostras, foi definido pela geração dos resíduos sólidos calçadistas gerados das fábricas 50 fabricas, no qual são recolhidos pela empresa prestadora de serviços, as quais é encarregada da coleta, transporte e gerenciamento. A RECINOVA – EIRELI M/E é uma das principais empresas de coleta de resíduos industriais em Nova Serrana - MG, na qual forneceu os dados para realização da pesquisa.

Atualmente as fábricas calçadistas terceirizam a destinação dos resíduos sólidos produzido, pois estão sendo obrigadas a licenciar e destinar corretamente estes resíduos, que antes eram colocados nas ruas e recolhido pela prefeitura e por catadores. (BRASIL, 2022)



Para este estudo foram analisados a quantidade de resíduos recolhidos pela RECINOVA – EIRELI M/E nos anos 2019, 2020 e 2021, amostras analisadas por tabelas da contabilidade da empresa, e por uma amostra *in situ* obtida durante duas visitas técnicas a empresa nos dias 03 e 04/01/2022.

Em relação a caracterização gravimétrica dos materiais, o método foi baseado na ABNT NBR 10.004:2004 - Amostragem de resíduos sólidos. Segundo a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2019), a análise gravimétrica inclui a composição de peso, geração per capita e gravidade específica dos resíduos sólidos, a análise gravimétrica mostra a porcentagem das diversas partes que compõem os resíduos, como papel, papelão, couro, plástico, Ethylene Vinyl Acetate - (E.V.A.) e borracha.

Após a coleta, os resíduos são transportados para o galpão da RECINOVA – EIRELI M/E (Empresa de coleta de resíduos sólidos), e são colocados todos os materiais sobre uma superfície impermeável confeccionada com lona, em seguida são desempacotados todos os materiais de embalagem e finalmente é realizado a pesagem de todos os resíduos coletados.

A partir deste processo, durante a pesagem, calcula-se a porcentagem de cada material, realizando assim a determinação gravimétrica. De acordo com a classificação proposta pela FEAM (2015), os resíduos são divididos em diferentes categorias por composição, a saber: papel, papelão, couro, plástico, Ethylene Vinyl Acetate - (E.V.A.) e borracha.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com o seu perigo e origem. De acordo com a NRB 10004:2004, os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com seus perigos como: a) Resíduos Classe I - Perigosos: devido às suas propriedades inflamáveis, corrosivas, reativas, tóxicas ou patogênicas, à saúde ou ao meio ambiente; b) Classe II resíduos - não perigosos: i. II A - Não inertes: são aquelas substâncias que podem apresentar propriedades de inflamabilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, mas não se enquadram na classe I; II. II B - Inertes: são aquelas substâncias que não oferecem risco à saúde devido às suas propriedades intrínsecas. A concentração de seus componentes solúveis em água não será superior ao padrão de água potável.

Na Figura 5 é apresentada a distribuição da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos no ano de 2019 aproximadamente 26% são compostas de curvim, 22% de plástico, 21% de resíduos classe II, 17% de papel, 7% de tecido, 4% de resíduos classe I e 3% de espuma.

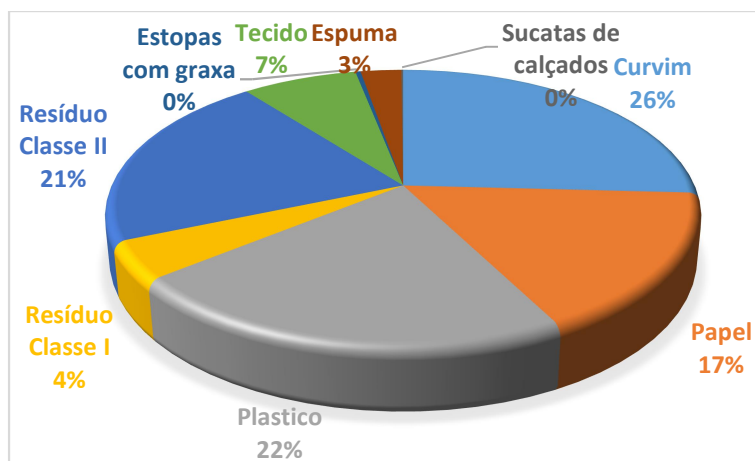


Figura 5: Porcentagem de resíduos recebidos na empresa RECINOVA – EIRELI N no ano 2019.
Fonte: RECINOVA – EIRELI, (2019).

Na Figura 6 é apresentada a distribuição da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos coletados pela empresa no ano de 2020 aproximadamente 22% são composta de papel, 20% de plástico, 19% de tecidos, 16% de espuma, 12% de curvim, 7% de resíduos classe II e 4% de resíduos classe I.

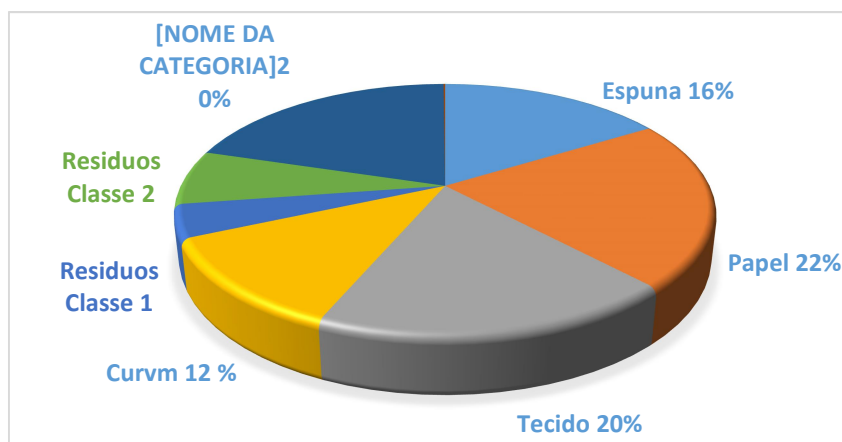


Figura 6: Porcentagem de resíduos recebidos na empresa RECINOVA – EIRELI no ano 2020.

Fonte: RECINOVA – EIRELI, (2020).

Na Figura 7 é apresentada a distribuição da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos coletados pela empresa no ano de 2021 aproximadamente 29% é composta de tecido, 17% de plástico, 14% de curvim, 12% de estopa, 10% de papel, 8% de espuma, 5% de resíduos classe II e 3% de resíduos classe I.

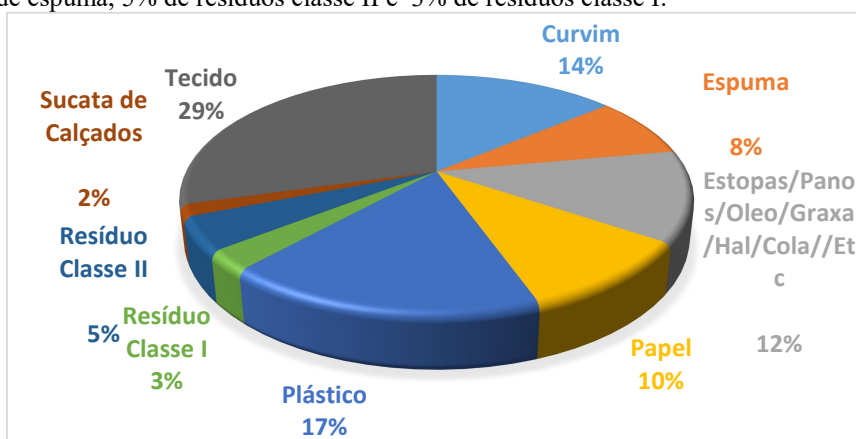


Figura 7: Porcentagem de resíduos recebidos na empresa RECINOVA – EIRELI no ano 2021.

Fonte: RECINOVA – EIRELI, (2019)

A quarta amostra relatada na metodologia, foi separada no galpão da RECINOVA na data de 04/01/2022, diferentes das demais amostras que foram analisadas por documentos da contabilidade da empresa. Esta foi pesada e também realizado a gravimetria por percentual de peso de cada componente. Da quarta amostra gerou-se o espaço amostral da tabela 1.

Tabela 1: Análise gravimétrica Empresa RECINOVA – EIRELI no dia 04/01/2022. Fonte: de Mendonça, A. P (2022).

Material	Quantidade	Porcentagem
Couro	222,7 kg	36,87
Recouro	21,7 kg	3,59
Entretela	19,6 kg	3,24
E.V.A	61,2 kg	10,13
Couraça seca	38,3 kg	6,34
TR	7,2 kg	1,19
Nylon	74,4 kg	12,31
Espuma	9,3 kg	1,53
Courvim	91,7 kg	15,18
Plástico	5,7 kg	0,94
Papel	13,3 kg	2,20
Couraça	38,8 kg	6,42
Total	603,90	100,00



O material disposto no estudo é gerado em partes distintas da produção do calçado, conforme tabela 2.

Tabela 2: Classificação e identificação dos Resíduos sólidos recebidos na empresa em 04/01/2022.
Fonte: de Mendonça, A. P (2023).

couro	Prep. de amostras, corte, divisão e chanfro
recouro	Prep. de amostras, corte, divisão e chanfro
entretela	Prep. de amostras, corte, divisão e chanfro
E.V.A	Corte
couraça seca	Prep. de amostras, corte, divisão e chanfro
TR	Corte
nylon	Corte
espuma	Corte
courvim	Prep. de amostras, corte, divisão e chanfro
plástico	Corte
papel	Desenvolv. almojarifado, administ.
couraça	Corte

A análise do poder calorífero, os testes realizados no laboratório da UVS Essencis – Betim- MG, encontrou um valor de 4.236,37 tKcal/kg, baseado no teste dia 01 de abril de 2022 sendo esse resultado explicado pelo baixo teor de matéria orgânica e pela maior participação de papel/papelão, plásticos rígidos, trapos, espumas, que contribuem para o aumento do poder calorífero. (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados dos testes do laboratório na UVS Essencis- Betim-MG em 01 de abril de 2022
Fonte: UVS Essencis (2022).

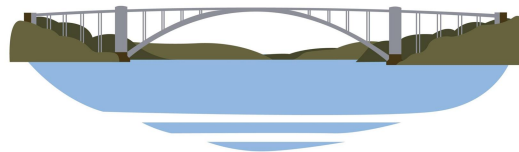
	Resultado obtido
Teste de umidade	5%
Teste de flúor	-0,002 %
Teste de cloro	0,27%
Teste poder calorífico	4.236,37 Kcal/kg

O teor de umidade encontrado na amostra foi de 5% o que corrobora com o dado supracitado visto que o teor de umidade de componentes inorgânicos, como metal e vidro, é geralmente inferior a 10%. Já o nível de flúor foi de -0,002% e o de cloro 0,27% o que é excelente para seu uso, pois para que o resíduo seja considerado combustível alternativo, ele deve apresentar poder calorífero de no mínimo 2775 kcal/ kg, segundo Normas Técnicas. Tais combustíveis necessitam passar por um exigente controle de qualidade para se obter um bom potencial de combustão, pois fatores como alta entrada de cloro podem afetar essa redução de potencial calorífero e causar danos aos equipamentos envolvidos nessas alternativas de tratamento térmico.

CONCLUSÕES

No presente trabalho foi verificado que durante os anos estudados ocorreram diferenças nas quantidades de quilogramas (kg) de resíduos produzidos, está relacionado ao volume de produção e ao tipo de calçado produzido. Outro fato relacionado é a busca por materiais alternativos mais acessíveis, aumentando a gama de tipos de resíduos existentes. Também é importante ressaltar que o tipo de indústria segue o mercado da moda, então o tipo de resíduo gerado tem alterações dos materiais produzidos de acordo com a estação do ano.

Tal fato, pode ser principalmente justificado devido a pandemia de COVID-19 que ocorreu nos anos de 2019 a 2022, o que alterou o ritmo de produção, principalmente devido a necessidade do isolamento social que manteve as fábricas fechadas durante alguns longos meses. A análise do poder calorífero, os testes realizados no laboratório da Essencis – Betim- MG encontrou um valor de 4.236,37 tKcal/kg, baseado no teste dia 01 de abril de 2022 sendo esse resultado um nível aceitável para utilização de clínquer em fornos de cimenteiras, com maior quantidade de papel/papelão, plástico rígido, trapos de panos, espumas, E.V.A. e borrachas, que contribuem para o aumento do poder calorífero.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABICALÇADOS. **Relatório setorial: Indústria de calçados do Brasil**, 2022 Associação Brasileira das Indústrias de Calçados. Novo Hamburgo: Abicalçados, 2022
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004. **Resíduos Sólidos: Classificação** – NBR 10.004/2004.
3. JBRASIL. **Lei nº 3.273, de 06 de setembro de 2001**, que dispõe sobre a Gestão dos Serviços de Limpeza Urbana e dá outras providências. Rio de Janeiro: 2001. Disponível em: <http://comlurb.rio.rj.gov.br/decreto_21305.htm>. Acesso em: 26 de dez de 2022.
4. BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305**. 2010. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em 22 de jan de 2023.
5. CAMPOS, L. M. S.; MELO, D. A. **Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica**. In: Produção, v. 18, n. 3, p. 540-555, 2008.
7. CHAGAS, D. T. *et al.* Gestão de resíduos produzidos na indústria calçadista e implantação de programas ambientais. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 189, 31 maio 2021.
8. FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM - **Programações Semana do Meio Ambiente 2019**. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/15/1773-programacoes-semana-do-meio-ambiente-2019>>. Acesso em: 19 jan. 2023.
9. FEITOSA, M. J. da S.; SOUZA, G. F. L. da. Cooperativas de reciclagem de resíduos sólidos e seus benefícios socioambientais: um estudo na COOPECAMAREST em Serra Talhada – PE. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade** (ISSN 2318-3233), São Paulo, v. 5, n. 1, p. 18–38, 2015.
10. FLACH, M. V. et al. Recycling Footwear Industry Waste and Evaluation the Deterioration in Soil. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 6, p. 2178–2192, 2017.
11. RIBEIRO, D.V.; MORELLI, M. R. **Resíduos Sólidos Problema ou Oportunidade**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
12. SANTOS, R. F. **Investigação do método de desenvolvimento de calçados no pólo calçadista do Vale do Rio dos Sinos e Paranhama no estado do Rio Grande do Sul**. 2008. 241 f. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação de Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2008.
13. SOARES, E. A.; ARAÚJO, G. C. Gestão de resíduos sólidos no processo produtivo: um estudo de caso em uma indústria calçadista. In: **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 2, p. 171-181, ago./dez, 2016.
14. TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira**. São Paulo: Atlas, 2002.
15. UNIDO - UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. 2022. Disponível em: <<http://www.unido.org/>>. Acesso em 22 de jan 2023.