



**FERNANDA DE OLIVEIRA ARANTES**

**ANÁLISE DA GERAÇÃO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DO  
MANUFATURAMENTO DE VIDRO AUTOMOTIVO**

**LAVRAS – MG**

**2019**

**FERNANDA DE OLIVEIRA ARANTES**

**ANÁLISE DA GERAÇÃO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DO  
MANUFATURAMENTO DE VIDRO AUTOMOTIVO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2019**

**FERNANDA DE OLIVEIRA ARANTES**

**ANÁLISE DA GERAÇÃO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DO  
MANUFATURAMENTO DE VIDRO AUTOMOTIVO**

**ANALYSIS OF AUTOMOTIVE GLASS MANUFACTURING WASTE  
GENERATION AND DESTINATION**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

**APROVADA**

Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro

Júlia Fonseca Colombo Andrade

Júlia Meleti Reis

UFLA

UFLA

UFLA

Prof. Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2019**

## RESUMO

O cenário cada vez mais industrializado de produção em nosso dia a dia e o conseqüente aumento na geração de resíduos, torna a gestão de resíduos sólidos um elemento essencial para produção de qualquer item industrializado ou não atualmente. O presente trabalho refere-se as possibilidades para uma indústria de vidros automotivos no Brasil tenha a menor quantidade possível de seus resíduos destinados a aterro sanitário industrial por meio de técnicas como a reciclagem, o co-processamento e compostagem. A metodologia da pesquisa abrangeu uma análise do cenário atual bastante completa, em conjunto com técnicas e análises para identificação dos resíduos que até então eram enviados para aterro, permitindo que eles se tornassem o foco deste estudo. Toda esta metodologia foi criada de forma usual, de acordo com as necessidades identificadas na empresa, e permitiu uma análise eficaz da situação encontrada. Os resultados da pesquisa demonstraram que o pó de vidro foi o principal resíduo encaminhado para aterro sanitário industrial até então. Tais ações tornaram a quantidade de resíduos enviados para aterro quase duas vezes menor por m<sup>2</sup> de área de vidro processado no ano anterior ao início das mudanças, além de reduzir a porcentagem de resíduos destinados desta forma de 1,39% para 0,94% no comparativo com o total de resíduos produzidos por ano.

**Palavras-chave:** Aterro sanitário industrial. Co-processamento. Pó de vidro;

## ABSTRACT

The increasingly industrialized production scenario in our daily lives and the consequent increase in waste generation, makes solid waste management an essential element for the production of any industrialized item or not currently. This paper refers to the possibilities for an automotive glass industry in Brazil to have as little of its waste as possible for industrial landfill through techniques such as recycling, co-processing and composting. The research methodology encompassed a very complete analysis of the current scenario, together with techniques and analysis to identify the waste that was previously sent to landfill, allowing it to become the focus of this study. All this methodology was created in the usual way, according to the needs identified in the company, and allowed an effective analysis of the situation found. The survey results showed that glass dust was the main waste sent to industrial landfill until then. These actions made the amount of waste sent to landfill almost twice as much per square meter of processed glass area in the year prior to the start of the changes, and reduced the percentage of waste thus disposed of from 1.39% to 0.94% in the year. compared to the total waste produced per year.

**Keywords:** Industrial landfill. Co-processing. Glass powder;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de resíduos da indústria automobilística .....	15
Figura 2: Caminho do veículo na reciclagem.....	20
Figura 3: Imagem aérea da empresa em Caçapava, SP.....	24
Figura 4: Linha de produção de vidros automotivos na Planta km 131. ....	26
Figura 5: Identificação de diferentes formas de segregação para alguns resíduos.....	26
Figura 6: Baía de deposição de cacos de vidro mistos, mistura de vidros laminados e temperado, que serão vendidos para empresas terceirizadas e utilizados novamente para produção de novos produtos que usam o vidro escuro como base.. ....	27
Figura 7: Ponto de coleta de cacos verdes e limpos utilizados para fabricação de novos vidros automotivos.....	27
Figura 8: Centro de triagem de resíduos da Planta km 131- Caçapava - SP.....	28
Figura 9: Pó de vidro gerado no processo de tratamento da água de lapidação realizado na ETAL (Estação de tratamento de água de lapidação, é gerada uma massa pastosa, denominada pó de vidro). ....	28
Figura 10: Resíduos gerados mensalmente em toneladas de 2017 a setembro de 2019 .....	32
Figura 11: Destinação dos resíduos de 2017 a setembro de 2019 em toneladas.....	33
Figura 12: Destinação dos resíduos de 2017 a setembro de 2019 em porcentagem.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cores do acondicionamento dos resíduos conforme Resolução CONAMA nº275, de 25 de abril de 2001.....	10
Tabela 2: Maiores geradores de resíduos industriais perigosos (Classe I) no Estado de São Paulo (1996).....	13
Tabela 3: Indicadores Ambientais: Emissão de resíduos sólidos no setor automotivo da Região Metropolitana de Curitiba. ....	19
Tabela 4: Destinação de Resíduos pela Volkswagen do Brasil.....	22
Tabela 5: Quantidade de resíduos enviados para aterro por veículo produzido pela Volkswagen do Brasil. ....	22
Tabela 6: Resíduos gerados e suas destinações .....	32
Tabela 7: Destinação mensal do pó de vidro e resíduos orgânicos nos anos de 2018 e 2019...36	
Tabela 8: Indicadores de resíduos de 2017 a setembro de 2019 .....	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEORICO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>Resíduos sólidos .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Resíduos sólidos do setor industrial automotivo .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Produção de vidro automotivo .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Gerenciamento e gestão de resíduos sólidos automotivos.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E METODOS.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização do local de estudo.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Determinação dos resíduos gerados.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3</b>	<b>Indicadores de resíduos.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4</b>	<b>Quantificação e agrupamento dos resíduos gerados .....</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>Determinação, classificação e quantificação dos resíduos gerados.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2</b>	<b>Indicadores e resultados na quantidade de resíduos.....</b>	<b>35</b>
<b>4.3</b>	<b>Novas alternativas para os resíduos enviados para aterro sanitário.....</b>	<b>38</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Resíduos não recicláveis.....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As pressões existentes no mercado automotivo para a diversificação e o aumento da oferta da cadeia de fornecedores para os componentes de produtos industrializados, principalmente os os itens industrializados fornecidos para grandes corporações, faz com que rede de produtores na indústria contribua com grande consumo de energia, esgotamento de reservas e conseqüentemente aumento na carga de geração de resíduos, colocando em risco a estabilidade dos ecossistemas terrestres naturais.

Em contrapartida, imposições de parte da sociedade e governo (legislações) em relação a todo tipo de indústrias, vêm tomando força, para que o meio ambiente seja preservado. As empresas, atualmente, estão sendo pressionadas a demonstrar a capacidade de oferecer produtos e serviços menos agressivos ao meio ambiente. As modificações de antigos maus costumes em relação a uma fabricação desenfreada sem preocupações ambientais para uma produção pensada e que adote uma gestão ambiental em todo seu processo tornou-se uma condição estratégica de grande importância para o êxito econômico das empresas, que estão começando a tomar ações adiantadas com relação ao meio ambiente em seus negócios.

Neste aspecto, para as indústrias do segmento automotivo, a gestão e o tratamento de resíduos sólidos são um tema preocupante devido à diversidade e o grande volume gerado e, ainda, os possíveis impactos ambientais, tais como redução de recursos minerais e aumento da geração de resíduos sólidos industriais.

A responsabilidade pelos resíduos sólidos é atribuída ao gerador por legislações específicas, o Brasil desenvolveu ao longo dos anos políticas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Em 2002 o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou a Resolução 313/2002 que dispõe sobre a obrigatoriedade do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais (INRSI), tornando seu controle específico, como parte integrante do processo de licenciamento ambiental. Mas foram poucos os estados brasileiros que concretizaram esse inventário. Em 2010, a Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) entrou em vigor. Em seu artigo 13, a PNRS define “resíduos industriais” como aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais.

Embora a legislação vigente, a principal diretriz da PNRS para os resíduos sólidos industriais (RSI) é a eliminação completa dos resíduos industriais destinados de maneira inadequada ao meio ambiente, atribuindo ao gerador a responsabilidade da gestão ambientalmente segura de seus resíduos, supõe-se que a maioria das unidades industriais não

tenha porte ou capacidade técnica e econômica para, por si só, dar conta de todas as etapas de gestão dos resíduos sólidos, desde a não geração até a destinação dos rejeitos. Esse fato propicia o aparecimento de inúmeras empresas prestadoras de serviços que se encarregam de parte ou de todo o ciclo entre a caracterização e a destinação desses resíduos.

A variedade e o volume dos resíduos sólidos gerados nos processos de manufatura de vidros automotivos, e o atendimento à legislação vigente, preocupação com as questões ambientais relacionadas aos seus processos de produção e os impactos associados ao gerenciamento não adequado dos resíduos sólidos evidenciam a importância de estudos que possam contribuir para um melhor gerenciamento de seus resíduos.

Em vista das questões apresentadas, o presente trabalho tem como objetivo geral otimizar a destinação de resíduos de uma indústria de vidros automotivos executando a determinação, quantificação e classificação dos resíduos gerados no processo produtivo da manufatura, o desenvolvimento de indicadores relacionando a quantidade de resíduo destinada com a quantidade de vidro produzido. Ao final pretende-se determinar novas alternativas para destinação dos resíduos enviados até então para aterro e verificar a quantidade dos mesmos.

## **2 REFERENCIAL TEORICO**

### **2.1 Resíduos sólidos**

Segundo a Lei nº 12.305 (2010), resíduo sólidos é todo:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviável em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010)

Algumas das diferentes formas de se classificar os resíduos sólidos podem ser definidas: quanto à sua origem, quanto à sua natureza, quanto à sua periculosidade, entre outras.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004a) classifica os resíduos de acordo com as suas características físicas, químicas e infectocontagiosas, podendo representar risco à saúde pública e ao ecossistema. Barros (2012) destaca que devido ao alto grau de heterogeneidade dos

resíduos sólidos, é possível atribuir diversas classificações, conforme o tipo de resíduo que interessa considerar relativo à possibilidade de tratamento ou a seu destino.

Segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004a), os resíduos devem ser classificados quanto ao processo ou atividade que lhes deu procedência, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser acertada e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem.

Conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004a), existem 2 classificações: Classe I – inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, reatividade e patogenicidade e Classe II – A e Classe II- B que são classificados respectivamente em Não Inertes e Inertes.

Para a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os resíduos podem ser classificados quanto à origem e periculosidade, segundo a PNRS (BRASIL 2010, Lei 12 1305,2010):

a) Quanto a origem:

- Resíduos domiciliares;
- Resíduos de limpeza urbana;
- Resíduos sólidos urbanos;
- Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços;
- Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;
- Resíduos industriais;
- Resíduos de serviços de saúde;
- Resíduos da construção civil;
- Resíduos agrossilvopastoris;
- Resíduos de serviços de transportes;
- Resíduos de mineração.

b) Quanto à periculosidade:

- Resíduos Perigosos: aqueles que, em razão das suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade;
- Resíduos Não Perigosos: aqueles não enquadrados na classificação acima.

As indústrias como um todo têm como objetivo básico evitar a mistura de resíduos sólidos incompatíveis, contribuindo para o aumento da qualidade dos mesmos, para que possam ser recuperados ou reciclados e diminuir o volume de resíduos perigosos ou especiais a serem tratados ou dispostos (ROCCA, 1993).

Desta maneira a segregação irá evitar que os resíduos sólidos recicláveis sejam contaminados ou tenham sua qualidade prejudicada, podendo então retornar a cadeia produtiva para fabricação de novos produtos, gerando o menor custo possível.

A venda de resíduos sólidos recicláveis poderá se tornar fonte adicional de renda, além de contribuir com a redução dos custos de disposição final, porém devem procurar a redução dos mesmos em seus processos. Rocca (1993) aponta que este ganho, ao que tudo indica, pode não ser interessante quando a quantidade de resíduos gerados é pequena, mas ao se computar os custos de transporte e disposição final, possivelmente, esta ideia poderá mudar.

A Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001, institui as cores para os diferentes tipos de resíduos, diminuindo a possibilidade de contaminação de resíduos possíveis de reciclagem, não perigoso, com resíduos contaminados, perigosos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Dessa maneira, tal resolução apresenta na Tabela 1, o modelo de cores para os coletores que serão usados para cada tipo de resíduo.

Tabela 1: Cores do acondicionamento dos resíduos conforme Resolução CONAMA nº275, de 25 de abril de 2001.

<b>CORES</b>	<b>TIPO DE MATERIAL</b>
Azul	Papel / Papelão
Vermelho	Plástico
Amarelo	Metal
Cinza	Resíduo geral não reciclável/ misturado, ou contaminado não passível de separação
Verde	Vidro
Preto	Madeira
Laranja	Resíduos Perigosos
Branco	Resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde
Roxo	Resíduo Radioativo
Marrom	Resíduo Orgânico

Fonte: Do autor (2019).

Este código de cores deve ser utilizado em contêineres e coletores de resíduos sólidos, sendo que os funcionários devem ser orientados quanto ao significado de cada cor e os riscos associados para com o manuseio de cada tipo de resíduo.

Segundo Portilho (2016) os resíduos sólidos que venham a ser transportados interna e externamente, precisam seguir normas aprovadas pelas empresas essas devem atender aos requisitos da legislação vigente. O transporte interno dos resíduos gerados é realizado a partir do ponto de geração identificado no processo industrial até os pontos de armazenamento temporários definidos nas empresas. Este transporte deve ser realizado a partir de rotas internas pré-estabelecidas e aprovadas; os equipamentos utilizados para com este transporte devem ser compatíveis com o volume, peso e forma do resíduo sólido a ser acondicionado/transportado; e os funcionários envolvidos com esta tarefa, devem ser adequadamente treinados e habilitados.

A NBR 13.221/2017, que alinha sobre o transporte terrestre de resíduos, apresenta os requisitos gerais para esta atividade:

- O transporte deve ser feito por meio de equipamento adequado, obedecendo às regulamentações pertinentes.
- O estado de conservação do equipamento de transporte deve ser tal que, durante o transporte, não permita vazamento ou derramamento do resíduo.
- O resíduo, durante o transporte, deve estar protegido de intempéries, assim como deve estar devidamente acondicionado para evitar o seu espalhamento na via pública ou via férrea.
- Os resíduos não podem ser transportados juntamente com alimentos, medicamentos ou produtos destinados ao uso e/ou consumo humano ou animal, ou com embalagens destinados a estes fins.
- O transporte de resíduos deve atender à legislação ambiental específica (federal, estadual ou municipal), quando existente, bem como deve ser acompanhado de documento de controle ambiental previsto pelo órgão competente, devendo informar o tipo de acondicionamento, conforme o ANEXO I. Caso seja usado o código E08-Outras Formas, deve ser especificada a forma utilizada de acondicionamento. As embalagens de resíduos devem atender ao disposto na NBR 7500 <sup>1</sup>.
- A descontaminação dos equipamentos de transporte deve ser de responsabilidade do gerador e deve ser realizada em local(is) e sistema(s) previamente autorizados pelo órgão de controle ambiental competente.

O transporte de resíduos, além de atender a todos os requisitos da norma, deve ser realizado por transportador devidamente autorizado e licenciado. Para isso existe uma certificação obrigatória estabelecida pela Lei 12.300 do Estado de São Paulo onde o controle de movimentação de transporte de resíduos é feito, são necessários os seguintes documentos:

- CADRI: abreviação de Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental, que é um instrumento de fiscalização exclusivo do estado de São Paulo e prova que o resíduo está sendo encaminhado da empresa que o originou para um local de armazenamento, tratamento ou disposição final correta de acordo com sua categoria. É um documento emitido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) após uma análise criteriosa sobre o resíduo em questão e a empresa que irá recebe-lo (ANEXO II)

- MTR: Manifesto de Transporte de Resíduos, um dos documentos obrigatórios para o transporte de resíduos da empresa geradora até a destinação final. Este documento possui duas finalidades importantes. Ele é utilizado para controlar a movimentação dos resíduos sólidos de maneira legal e adequada e, também, serve para descrever detalhadamente seu tipo. Dessa forma, é possível diminuir os riscos do manejo e transporte inadequado e ilegal dos resíduos por parte dos transportadores e receptores de resíduos.

- CDR: Certificado de Destinação de Resíduos, é um documento emitido pela empresa receptora dos resíduos, e que comprova o seu recebimento. Com ele a empresa geradora demonstra que cumpriu a metodologia adequada no descarte de resíduos sólidos.

Os resíduos de origem industrial apresentam grande diversidade na sua geração, eles são condicionados pelo processo produtivo, a pureza da matéria prima utilizada interfere em sua segregação (BARROS, 2012). O resíduo de uma manufatura é uma forma de perda ao sistema produtivo, são materiais sem valor de uso e que devem ser eliminados, o que provoca um custo adicional (SACHS, 2007).

Um levantamento da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (ABETRE, 2012) informa que, no intervalo de 2004 a 2007, em média, 76% dos resíduos sólidos industriais do Brasil foram destinados aos aterros, 18% sofreram processamento, 3% foram incinerados ou sofreram outros tratamentos térmicos e os 3% restantes passaram por tratamentos biológicos. Do total de resíduos sólidos industriais processados, neste mesmo período, 25%, em média, foram de resíduos perigosos e 75%, não perigosos.

Embora a declaração de geração de resíduos seja feita pelas indústrias aos órgãos responsáveis e seja obrigatório a declaração do INRSI para obtenção de licenciamentos, os últimos dados disponíveis pela CETESB no Estado de São Paulo foi o do ano de 1996, onde as indústrias do Estado de São Paulo geraram mais de 500 mil toneladas de resíduos sólidos perigosos, cerca de 20 milhões de toneladas de resíduos sólidos não-inertes e não-perigosos, e acima de um milhão de toneladas de resíduos inertes. Os estudos revelaram, ainda, que 53% dos resíduos perigosos são tratados, 31% são armazenados e os 16% restantes são depositados no solo. Na Tabela 2 encontra-se o maiores geradores de resíduos industriais sólidos perigosos

(Classe I) no Estado de São Paulo em 1996, não foram disponibilizados dados atuais pelo órgão responsável.

Tabela 2: Maiores geradores de resíduos industriais perigosos (Classe I) no Estado de São Paulo (1996)

<b>Indústria</b>	<b>Geração de resíduos Classe I(x1000 ton/ano)</b>	<b>Indústria</b>	<b>Geração de resíduos Classe I(x1000 ton/ano)</b>
Química	177,4	Material Elétrico	10,3
Material transporte	166,8	Mecânica	5,5
Couros e Peles	76,3	Produtos Alimentares	3,3
		Produtos	
Metalúrgica	76,3	Farmacêuticos	3,2
Minerais não metálicos	28,0	Têxtil	2,6
Papel e Papelão	26,7	Outros	9,3

Fonte: CETESB. Inventário de resíduos industriais – 1996

Os dados sobre resíduos sólidos no estado de São Paulo são em sua maioria provenientes de empresas geradoras ou organizações de tratamento e disposição final privatizadas, o que torna sua quantificação e caracterização difícil.

Nas indústrias automotivas assim como em outros setores industriais a classificação, caracterização e segregação dos tipos de resíduos influencia em toda linha de produção, em razão de que deve existir precaução para não ocorrer contato dos diferentes tipos de resíduos processados, essa é uma importante ação e pode influenciar na quantidade e qualidade final de resíduos.

### **2.1.1 Resíduos sólidos do setor industrial automotivo**

O setor automotivo segundo o Ministério da Economia, Comércio Exterior e Serviços, representa cerca de 22% do PIB industrial em 2018. Devido aos seus encadeamentos, é um setor cujo desempenho pode afetar significativamente a produção de várias outras divisões industriais.

A indústria automobilística brasileira segundo Ministério, em grandes números, apresenta os seguintes valores:

- 31 fabricantes (veículos e máquinas agrícolas e rodoviárias); 590 fabricantes de autopeças; e 5592 concessionárias (2017);
- 67 unidades industriais em 11 estados e 54 municípios (2019);
- Faturamento (incluindo autopeças), em 2015, de U\$ 59,1 bilhões;
- Ranking mundial em 2016: 10º maior produtor e 8º mercado interno

Com extensa cadeia econômica, o setor automobilístico é uma indústria estruturante, indutora de tecnologia e geradora de novas economias, com reflexos em 37 vastos campos de atividades. Das matérias-primas e insumos aos setores de fornecedores e às linhas de montagem e, posteriormente, às redes de comercialização e ao consumidor final, a indústria automobilística e seus produtos têm impactos na sustentabilidade, refletindo nos meios social, econômico e ambiental (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Indústria Automobilística e Sustentabilidade, 2012)

A indústria automobilística apesar de não ser a mais poluidora, encontra-se entre os dez setores mais potencialmente poluidores de acordo com estudos de Barcellos, Oliveira e Carvalho (2009).

Segundo Souza (2005) em termos ambientais, um dos grandes desafios a serem enfrentados pela indústria automobilística é a possibilidade de tornar o automóvel um bem reciclável e sustentável.

O carro é um bem produzido com multimatérias, segundo Medina e Gomes (2003) 70% dos elementos de um automóvel corresponde ao metal, existem ainda 40 tipos de plásticos, e outras classes de materiais menos numerosas como vidros, tecidos, papel, tintas e diversos outros materiais que devem ser considerados na reciclagem.

Atualmente, este setor enfrenta vários desafios perante ao meio ambiente, principalmente em decorrência da geração de resíduos orgânicos e inorgânicos perigosos em grande escala, e gerenciá-los é uma questão de grande preocupação (KULKRANI, RAO e PATIL, 2014). A Figura 1, adaptada dos Anuários de Sustentabilidade das montadoras Renault e Volkswagen, demonstra quais os diversos tipos de resíduos que são gerados durante a produção de automóveis

Figura 1: Tipos de resíduos da indústria automobilística



Fonte: \*Classificação para resíduos gerados nos restaurantes, banheiros e escritórios. Adaptado de RENAULT DO BRASIL. Relatório de Sustentabilidade (2015), VOLKSWAGEN DO BRASIL. Anuário de Responsabilidade Corporativa (2016).

Estes resíduos citados na Figura 1 são gerados, em sua maioria, nos processos de estamparia, carroceria, pintura, montagem final, fabricação de motores, fornecimento de energias e estações de tratamento de água e efluentes. Os efluentes de pintura normalmente são representados por borras de tinta, resíduos diversos contaminados, e solventes usados (RENAULT DO BRASIL. Relatório de Sustentabilidade, 2015).

Sharma et al. (2016), em sua pesquisa sobre os resíduos da indústria automobilística, relatam sobre a importância da reciclagem de resíduos automotivos para minimizar seus impactos negativos, desenvolvendo um ambiente sustentável e próspero, sugerindo, inclusive, a adoção de regulamentos rigorosos para descarte de veículos em fim de vida útil. É focado pelos autores a importância de se manter a hierarquia nos resíduos, com as práticas de redução, reutilização e reciclagem, em ordem do maior para o menor em priorização.

Com suas inovações tecnológicas, um novo desafio ambiental tem alterado o conceito de automóvel e sua produção. Os novos modelos de veículos buscam incorporar, em sua cadeia produtiva, materiais e processos de menor impacto ambiental. Como não existe solução ideal e única para um produto complexo como o automóvel, todas as etapas de produção têm que ser monitoradas, da fabricação de materiais à montagem final (MEDINA e GOMES, 2003). Nesta questão ambiental da indústria automobilística, os principais indicadores dizem respeito à queda de consumo de insumos por veículo produzido, sendo um indicador complementado pelo índice de resíduos reciclados.

Santos, Andreoli e Silva (2009) afirmam que nas empresas do setor automotivo da Região Metropolitana de Curitiba todo o seu resíduos sólido gerado é corretamente tratado e destinado, mantendo parcerias com empresas terceirizadas para tratamento, disposição e reciclagem dos mesmos. O que pode demonstrar que os resíduos sólidos produzidos no setor automotivo representam menor risco ao meio ambiente, devido à facilidade na segregação e reciclagem, principalmente o vidro que corresponde a uma pequena porcentagem no valor total de materiais utilizados na produção de um veículo, porém sua produção é representativa, por ser um produto 100% reciclável, como afirma Sabião, Aranda e Gonçalves (2016)

## **2.2 Produção de vidro automotivo**

O processo de fabricação do vidro automotivo envolve diversas etapas e dois diferentes tipos de vidros, o temperado e laminado.

Os vidros laterais do automóvel são na maioria, vidros temperados, ele recebe um tratamento térmico (é aquecido e resfriado rapidamente) que o torna mais rígido e mais resistente à quebra. O que significa que, caso haja a rompimento, eles se estilhacem em pedaços bem pequenos, minimizando os riscos ao usuário. (CEBRACE, 2019). Existem empresas especializadas que reciclam o vidro temperado. Nelas, os vidros desse tipo passam por um processo de trituração e moagem, torna-se então matéria-prima para outros produtos, como lã de vidro, na composição de fusão de vidro e outros produtos que contenham vidro.

Segundo, Hamzagic e Francischini (2009) para a produção do vidro laminado, a peça é formada por duas partes de vidro e entre estas partes, é colocada uma película denominada PVB ou resina polivinilbutiral. As duas partes são unidas com uma parte de PVB, a exemplo de um sanduíche. Este recurso é utilizado para aumentar a segurança e a resistência do produto. Estas partes compõem os vidros dos veículos, como para-brisa, a película impede que o vidro ao quebrar, se estilhace, comprometendo a integridade dos passageiros no interior dos veículos.

O PVB que é colocado deve ser retirado das placas de vidros, para passar pelo processo de reciclagem, ou quando sobram retalhos da película durante a produção, a película de PVB vira resíduo, que é 100% reciclado, sendo devolvido ao fornecedor para confecção de nova resina polivinilbutiral, passando pelo processo de logística reversa. Já a reciclagem de vidro laminado é pouco explorada no Brasil, pois depende de uma tecnologia diferenciada para ser efetuada. Apesar das dificuldades, a reciclagem do vidro laminado é possível e viável, uma vez que o vidro, que representa aproximadamente 94% da sua composição total, é um material 100% reciclável.

Para se obter o benefício da reciclagem do vidro laminado com maior segurança e garantia de qualidade é necessário destiná-lo a empresas que possuem uma planta de reciclagem diferenciada composta em 6 etapas:

- 1º Passo: O vidro laminado deve ser submetido a um processo de trituração.
- 2º Passo: Depois o vidro deve ser triturado até adquirir características de pó;
- 3º Passo: A próxima etapa consiste em passar o material triturado por uma peneira, que possibilite ao PVB ser separado do vidro;
- 4º Passo: Depois de passar pela peneira, o pó de vidro laminado é enviado para um reservatório com água, para que seja feita a total separação do vidro bruto e do plástico (PVB). Como o vidro é mais denso, ele se acumulará no fundo do reservatório;
- 5º Passo: Em seguida, este resíduo que se acumulou no fundo do reservatório passará por um processo de escoamento e secagem;
- 6º Passo: O pó de vidro é incorporado ao processo de fabricação nas indústrias como matéria-prima.

Durante a fabricação do vidro automotivo primeiro é feita a preparação do vidro, com o desempilhamento e corte do vidro plano em chapas (SAINT- GOBAIN, 2019). Cada peça é cortada no tamanho correto e suas bordas são polidas, nessa fase são geradas grandes quantidades de pó de vidro, devido ao processo de lapidação que é utilizado no corte. (NSG GROUP, 2015). O pó de vidro deve ser tratado antes do descarte. Para isso, a empresa deve possuir uma central de tratamento de água. Em geral, o processo ocorre da seguinte forma:

- A água utilizada na lapidação e furação, misturada com o pó de vidro, descansa em tanques decantadores;

- Nessa mistura, são aplicados flocculantes, substâncias químicas que separam materiais sólidos de líquidos;
- A massa de pó é retida enquanto a água é filtrada para ser reutilizada no processamento do vidro;
- Por fim, a massa de pó deve secar antes de ser embalada para o descarte.

Hoje, para a indústria vidreira, o pó não tem serventia. Porém, atualmente existem destinações alternativas ao aterro sanitário industrial, como a sua utilização no co-processamento e como mistura na fabricação da arga-massa de cerâmica e asfalto.

Para o vidro no para-brisa (laminado) ainda é realizada a serigrafia em uma das duas camadas de vidro que compõem o laminado. No processo de serigrafia é feita a aplicação de uma tinta vitrificante (esmalte cerâmico) no vidro comum, incolor ou colorido na massa. Em seguida esse vidro passa por um forno de têmpera onde os pigmentos cerâmicos passam a fazer parte dele (CEBRACE, 2019). O processo de serigrafia gera resíduo sólido plástico, proveniente das embalagens de tintas serigráficas, esses são classificados como CLASSE II- A, por serem recipientes de substâncias que contem água como base em sua composição. (CEBRACE, 2019)

### **2.2.1 Gerenciamento e gestão de resíduos sólidos automotivos**

Segundo Bueno, Dias e Junior (2016) o estabelecimento de um plano de gerenciamento de resíduos (PGR), é fundamental, uma vez que este se faz uma ferramenta útil no sentido de auxiliar a empresa a alcançar um crescimento na parte ambiental, o que facilita seu enquadramento nos requisitos legais. O PGR deve garantir que todos os resíduos serão gerenciados de forma apropriada e segura, desde a geração até a destinação final. O manuseio e o acondicionamento corretos dos resíduos possibilitarão a maximização das oportunidades com a reutilização e a reciclagem (LOPES; KEMERICH, 2007). Não obstante, desenvolver e inserir um plano de gerenciamento de resíduos é fundamental para qualquer empresa que deseja maximizar as oportunidades e reduzir custos e riscos associados à gestão de resíduos sólidos (MAROUN, 2006).

As empresas podem criar um setor interno responsável pelo gerenciamento dos materiais ou contratar um serviço terceirizado para realizar esse serviço, mas a contratação de um serviço terceirizado não transfere a responsabilidade da destinação correta dos resíduos para a outra empresa (BRASIL, 2010). Além disso, é de importância a educação ambiental contínua

dentro das empresas, junto de seus colaboradores, para que todo esse processo seja bem-sucedido.

A reutilização é o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes

A reciclagem é conceituada como o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físicoquímicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pela legislação.

Tecnicamente segundo Medina e Gomes (2003) hoje todos materiais que entram na composição dos veículos são potencialmente recicláveis, porém isso pode variar para cada tipo de automóvel. Como aponta Santos, Andreoli e Silva (2009), utilizando dados de indústrias automotivas da região metropolitana de Curitiba em 2005, em função da representatividade em termos de volume. É apresentado na Tabela 3 os indicadores ambientais, adaptada de Santos, Andreoli e Silva (2009).

Tabela 3: Indicadores Ambientais: Emissão de resíduos sólidos no setor automotivo da Região Metropolitana de Curitiba.

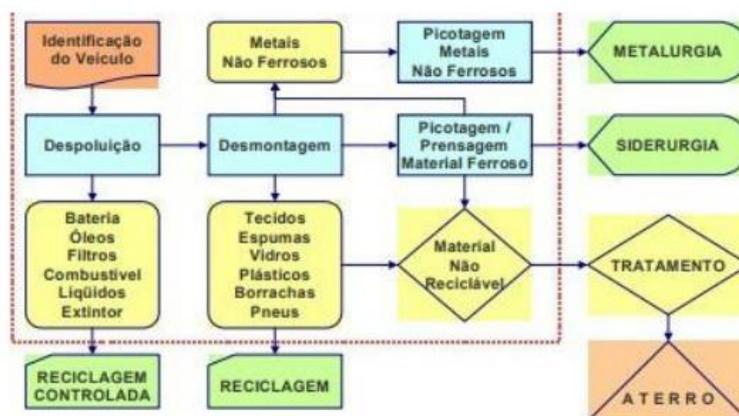
<b>Resíduos sólidos</b>	<b>Emissão anual (ton)</b>	<b>Emissão por veículo (kg)</b>	<b>Emissão mínima por veículo (kg)</b>	<b>Emissão máxima por veículo (kg)</b>
Resíduos industriais para reciclagem	10.012,00	46,673	30,858	72,63
Resíduos industriais para disposição	612,68	2,856	2,342	5,822
Resíduos perigosos para reciclagem	1.996,00	9,305	6,272	12,792
Resíduos perigosos para disposição	963,2	4,49	3,978	5,555
Sucata metálica	22.256,00	105,01	76,449	122,663
Total de resíduos para reciclagem	12.023,90	56,052	37,178	85,144
Total de resíduos para disposição	2.632,16	12,27	10,457	16,787

Fonte: Adaptado de Santos, Andreoli e Silva (2009)

O reaproveitamento desses materiais traz inúmeros benefícios, englobando diversas áreas, sendo as principais a ambiental e a econômica. Na área ambiental a reutilização de materiais evita o acúmulo dos mesmos nos locais de descarte, já na área econômica há uma grande redução de gastos por parte da empresa geradora dos resíduos, porquanto existe a

possibilidade de reaproveitando desses materiais, como a de venda e há também o benefício da redução na produção do resíduo o que minimiza os custos com destinação final correta (Souza, 2010). Para esse processo de reciclagem deve ser feito um planejamento adequado, com a segregação e transporte corretos dos materiais, para que seu aproveitamento seja o maior possível. Como exemplo disso, na Figura 2 observa-se a sequência de ações para o reaproveitamento das diferentes partes de um automóvel (MEDINA e GOMES, 2003).

Figura 2: Caminho do veículo na reciclagem



Fonte: Medina e Gomes (2003)

A disposição final ambientalmente adequada é a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

A gestão integrada de resíduos sólidos consiste no conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultura e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

O gerenciamento de resíduos sólidos é o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ou com Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Além da obrigação da destinação correta dos produtos finais da produção, as empresas têm o dever de criar um sistema de devolução, reciclagem e destinação ambiental adequada do mesmo. Essa ação está prevista na Lei n° 12.305/2010 e é conceituada como logística reversa, ela envolve o caminho inverso da logística regular, ou seja, o produto parte do consumidor e

realiza o percurso de volta para seu centro de produção, podendo ser novamente reaproveitado de forma parcial ou complementar, bem como descartado de maneira adequada (CARVALHO e MIGUEZ, 2006)

Como afirma Souza (2010) ao serem reciclados, muitos materiais perdem suas propriedades essenciais e assim geram uma matéria-prima secundária inferior à primária, o que na indústria automobilística, devido à exigência de se usar materiais resistentes, porquanto acima de tudo o automóvel deve ser seguro, faz com que produto reciclado seja direcionado para uso menos nobres dentro ou ainda fora do setor automotivo.

O co-processamento é uma das formas de reaproveitamento energético de resíduos alguns resíduos menos nobres como o pó de vidro e resíduos perigosos ou não gerados durante a processamento automotivo, esse tipo de tratamento de resíduos industriais que consiste na utilização desses no processo de produção de cimento, como fonte de poder calorífico para fornos ou como matéria prima utilizada na mistura durante a produção do cimento, formando assim a blindagem, porém para diferenciar qual a incorporação do resíduo nesse processo é realizado um processo de caracterização, como afirma Coelho (2011), seguem os tipos de observações que devem ser realizadas:

- As características químicas devem ser respeitadas de acordo com a legislação vigente, visando a proteção ambiental;
- O poder calorífico deve ser suficientemente estável para assegurar o controle do fornecimento de energia no forno de cimento;
- A forma física deve ser adequada para facilidade de manuseio.

Para se ter uma ideia da importância do co-processamento no cenário brasileiro, em 2015, das 57 fábricas de cimentos que possuem fornos rotativos para produção, 67% possuíam licenciamento para co-processamento de resíduos, sendo 10 delas unicamente no estado de Minas Gerais (ABCP, 2016). Entre os anos de 2000 a 2015 houve um aumento nos índices de co-processamento na ordem de 500%, alcançando a quantidade absoluta de 1,07 milhão de toneladas de resíduos co-processados no ano de 2015. (ABCP, 2016).

Os resíduos gerados para produção de automóveis como discutido são muito diversos, o que torna os tipos de tratamentos também diversos, na Tabela 4 seguem os principais tratamentos e quantidades de resíduos produzidos por uma manufatura de automóveis, é possível evidenciar que mesmo existindo diferentes formas de tecnologias de tratamento e disposição final que os resíduos passam majoritariamente pelo processo de reciclagem. Ainda

é possível encontrar através dos dados expostos no Anuário de Responsabilidade Corporativa de 2016 da Volkswagen a quantidade de resíduos gerados na produção de cada veículo, enviados para aterro, valores estes expostos na Tabela 5.

Tabela 4: Destinação de Resíduos pela Volkswagen do Brasil

<b>RESÍDUOS COSIDERADOS NÃO PERIGOSOS PELA EMPRESA (tonelada/ano)</b>				
<b>Resíduo</b>	<b>Destinação</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Orgânicos	Compostagem	0	457	300
Entulho de Obras	Reutilização	2.035	537	64
Madeira				
Papel e Papelão				
Plástico	Reciclagem	54.684	42.857	53.316
Vidro				
Sucatas Metálicas				
Pneus				
Lodo de ETES	Recuperação	13	0	304
Filtros				
Lixo Doméstico				
Poliuretano				
PVC	Aterro	4.365	2.626	2.230
Orgânicos				
<b>RESÍDUOS CONSIDERADOS PERIGOSOS PELA EMPRESA (tonelada/ano)</b>				
<b>Resíduo</b>	<b>Destinação</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Lâmpadas				
Óleos Lubrificantes	Reciclagem	296.599	215.202	59.312
Solvente				
Tambores Usados				
Borra de Tinta				
Colas e Adesivos				
Líquidos Inflamáveis	Recuperação	4.833	2.799	19.573
Efluentes de Pintura				
Outros Contaminados				
Ambulatorial				
PCB	Incineração	171	452	277
Resina de PVC				
Adesivos	Aterro	805	1.422	1.365
Outras Resinas				

Fonte: Adaptado de VOLKSWAGEN DO BRASIL. Anuário de Responsabilidade Corporativa (2016).

Tabela 5: Quantidade de resíduos enviados para aterro por veículo produzido pela Volkswagen do Brasil.

	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Resíduos (kg/veículo)	8,78	9,34	8,67	8,99	8,10	7,11	9,44

Fonte: Adaptado de VOLKSWAGEN DO BRASIL. Anuário de Responsabilidade Corporativa (2016).

Num conceito abrangente aplicado em uma indústria automobilística na Índia, um país em desenvolvimento como a exemplo do Brasil, focado na busca de resolução dos problemas, Rathi, Khanduja e Sharma (2015) desenvolveram um conceito chamado “capacidade eficaz” de uma indústria de automóveis, onde existe o confronto, entre outras coisas, das perdas de processo em uma gestão deficiente, seja na parte humana ou na parte de desenvolvimento da própria gestão, o que corrobora para o desperdício e o aumento da produção de resíduos nesta indústria. Tão importante quanto o atendimento legal para a gestão de resíduos em uma indústria automobilística, é a definição de indicadores adequados, que possam representar numericamente os atributos definidos. Os valores devem estar relacionados com objetivos e devem possuir critérios que apresentem aos interessados a possibilidade de realizar avaliações apropriadas quanto à importância destes atributos (NETO,2017). A alocação de pesos para os itens mais críticos ambientalmente é amplamente utilizada no desenvolvimento de indicadores alinhados à sustentabilidade ambiental (SHAO, TAISCH e MIER, 2016).

Saho, Taisch e Mier (2016) em um estudo de caso de uma indústria automobilística na Itália, sugerem ainda uma hierarquia para estes atributos dos indicadores, que seja baseado primeiramente nos objetivos da empresa, em seguida em seus impactos ambientais e sociais associados, e em terceiro na priorização dos aspectos ambientais de acordo com o desejo da empresa ou a combinação deles num mesmo item.

### **3 MATERIAL E METODOS**

#### **3.1 Caracterização do local de estudo**

A empresa utilizada para este estudo, doravante identificada pela sigla “MVA” (Manufatura de Vidros Automotivos) em sua linha de negócios automotiva, fornece produtos para todos os principais fabricantes de veículos do mundo. Atende o mercado de vidros automotivos originais (Original Equipment - OE), vidros automotivos para reposição (Automotive Glass Replacement - AGR) e pós-vendas em setores especializados de transporte.

Divide-se no Brasil em quatro localidades: Caçapava- SP, Sorocaba- SP, Camaçari- BA e Betim- MG. A unidade matriz fica localizada em Caçapava na região do Vale do Paraíba e é subdivida em três plantas, AGR, km 133 e km 131, todas situadas na Rodovia Presidente Dutra nos quilômetros citados. A pesquisa foi feita somente nas 3 unidades de Caçapava- SP.

Figura3: Imagem aérea da empresa em Caçapava, SP.



Fonte: Adaptado Abravidro (2018).

Foram processados mensalmente em média no ano de 2019 nas duas unidades de produção de Caçapava – SP (km 131 e km 133) 678 132,07 m<sup>2</sup> de vidro.

A empresa possui áreas de maior interesse ambiental, tais como central de triagem de resíduos (CTR), administrado por uma empresa terceirizada contratada, que atende aos requisitos das Normas NBR 12.235 (Armazenamento de resíduos sólidos perigosos) e NBR 11.174 (Armazenamento de Resíduos Classe II – não inertes e III - inertes), da ABNT, setores de reflorestamento e estação de tratamento de efluentes (ETE) biológica.

### 3.2 Metodologia

Para a elaboração deste trabalho, o procedimento técnico utilizado foi a pesquisa-ação, que segundo Thiollent (1997), a define como:

Consiste essencialmente em acoplar pesquisa e ação em um processo no qual os atores implicados participam, junto com os pesquisadores, para chegarem interativamente a elucidar a realidade em que estão inseridos, identificando problemas coletivos, buscando e experimentando soluções em situação real. Simultaneamente, há produção e uso de conhecimento. THIOLENT (1997)

Destaca que este conjunto de procedimentos técnicos exige o envolvimento ativo do pesquisador e a ação por parte das pessoas ou grupos envolvidos no problema, pois apresenta o

objetivo de solucionar problemas práticos. Salienta ainda, que a pesquisa-ação não se restringe aos aspectos práticos, tanto é que a mediação teórico-conceitual se torna presente ao longo de todas as etapas e fases da pesquisa

Em relação aos objetivos desse trabalho, a pesquisa foi conduzida de forma exploratória, o que possibilita ao pesquisador o entendimento das questões de análise (GIL, 2007).

### **3.2.1 Determinação dos resíduos gerados**

O método de pesquisa foi baseado no trabalho de dissertação de Neto (2017), sua metodologia aborda a otimização da destinação de resíduos sólidos em uma indústria automobilística, e como na literatura a pesquisa iniciou com a coleta de dados referente ao processo atual de gerenciamento e destinação de resíduos na MVA, baseado nos dados históricos existentes dentro da companhia, para os anos de 2017 a 2018 e meados de 2019. Todos os resíduos gerados dentro do perímetro da manufatura foram considerados, inclusive em atividades executadas por outras empresas, mas que trabalham dentro das áreas das plantas.

Como Neto (2017) cita para a adoção desta etapa inicial do trabalho, foi fundamental que a MVA já possuísse um controle de suas saídas de resíduos para destinação final, indispensável na legislação brasileira e que precisa ser demonstrado no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), no Inventário Nacional de Resíduos Sólidos, ambos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A referida coleta de dados foi feita por meio da análise destas documentações citadas, sendo coletadas as informações sobre os tipos de resíduos que a MVA declarou nos documentos, as quantidades geradas nos anos de 2017 a 2018 e meados de 2019, e os tipos de destinação final e/ou tratamento utilizados. Estes dados foram compilados numa planilha, utilizando o programa Microsoft Excel 2016®.

Para padronizar as informações coletadas, foram seguidas as seguintes premissas:

a) Visitas para conhecimento e de acompanhamento nos processos produtivos da MVA. (Figura 4).

Figura 4: Linha de produção de vidros automotivos na Planta km 131.



Fonte: Do autor (2019).

b) Caracterização dos resíduos sólidos durante a produção, acompanhada de um representante da empresa terceirizada que presta o serviço de triagem e reciclagem de alguns resíduos sólidos gerados. (Figura 5)

Figura 5: Identificação de diferentes formas de segregação para alguns resíduos.



Fonte: Do autor (2019).

c) Análise das formas de destinação dos resíduos sólidos gerados, com base extraída do banco de dados e registros da empresa e observação do desempenho do atual depósito de resíduos sólidos; (Figura 6, Figura 7 e Figura 8);

d) Confecção e fixação de novas targetas de identificação para uma nova segregação dos resíduos sólidos. (Anexo V);

Figura 6: Baía de deposição de cacos de vidro mistos, mistura de vidros laminados e temperado, que serão vendidos para empresas terceirizadas e utilizados novamente para produção de novos produtos que usam o vidro escuro como base.



Fonte: Do autor (2019).

Figura 7: Ponto de coleta de cacos verdes e limpos utilizados para fabricação de novos vidros automotivos.



Fonte: Do autor (2019).

Figura 8: Centro de triagem de resíduos da Planta km 131- Caçapava - SP



Fonte: Do autor (2019).

e) Contratação de uma empresa terceirizada para executar o co-processamento como tratamento do pó de vidro gerado na lapidação do vidro. (Figura 9)

Figura 9: Pó de vidro gerado no processo de tratamento da água de lapidação realizado na ETAL (Estação de tratamento de água de lapidação, é gerada uma massa pastosa, denominada pó de vidro.



Fonte: Sustainability Report 2015 - NSG Group.

A determinação dos tipos de resíduos gerados nas atividades da MVA foi uma etapa importante no desenvolvimento deste projeto, dado que se trata de um ponto imprescindível para focar nos resíduos que estão sendo destinados para aterros sanitários industriais, possibilitando que fossem o objeto de estudo para a obtenção dos resultados esperados nesse trabalho.

### **3.3 Indicadores de resíduos**

Para uma maior confiabilidade dos dados de modo que seja possível comparar a geração de resíduos com o volume produzido, foram criados cinco indicadores para demonstrar a relação entre a quantidade de resíduos e a quantidade de material processado anualmente pela MVA, a forma utilizada para compor os indicadores usou como premissa os indicadores adotados por Neto (2017).

Estes indicadores foram calculados por meio da divisão entre os resíduos gerados, e o volume de vidro processado, para o período entre 2017 até setembro 2019. Os indicadores propostos foram os seguintes:

- Indicador de resíduos totais (RT): obtido pela divisão da quantidade de resíduos totais, em quilogramas, pelo volume de produção, ano a ano;
- Indicador de resíduos reciclados (RR): obtido pela divisão da quantidade de resíduos encaminhados para reciclagem, em quilogramas, pelo volume de produção, ano a ano;
- Indicador de resíduos co-processados (RC): obtido pela divisão da quantidade de resíduos encaminhados para co-processamento, em quilogramas, pelo volume de produção, ano a ano;
- Indicador de resíduos para aterro sanitário industrial (RA): obtido pela divisão da quantidade de resíduos encaminhados para aterro sanitário industrial, em quilogramas, pelo volume de produção, ano a ano;
- Indicador de resíduos para compostagem (RM): obtido pela divisão da quantidade de resíduos encaminhados para compostagem, em quilogramas, pelo volume de produção, ano a ano.

### 3.4 Quantificação e agrupamento dos resíduos gerados

Para todos resíduos gerados foram utilizados a mesma balança para pesagem, estes são obtidos com a pesagem do caminhão na entrada da planta e após seu carregamento é realizada uma nova pesagem. Os valores são anotados por funcionários da portaria e transferidos para uma tabela do Excel onde o cálculo de entrada e saída é feito automaticamente.

Para melhor entendimento do trabalho, distintos resíduos foram agrupados por possuírem o mesmo tipo de destinação/ tratamento final. Igualmente alguns resíduos anteriormente tratados de formas diversas passaram a ter sua pesagem contabilizada em outros agrupamentos de resíduos. Como o pó de vidro e o resíduo orgânico que deixaram de ser destinados para aterro sanitário industrial e passaram a ser destinados para co-processamento e compostagem respectivamente.

#### Agrupamento de resíduos:

##### a) Vidros em geral:

– Caco laminado: Gerado pela quebra de vidro laminado, vendido para estabelecimento terceirizado, sem o PVB, que irão passar pelo processo de reciclagem e fabricação de produtos como vidros domésticos e construção civil.

– Caco Limpo: Gerado pela quebra das placas de vidro temperados. São destinados a empresa que fabrica o vidro automotivo que o utiliza como base de mistura para fabricação de novos produtos.

– Caco Misto: Mistura de cacos laminados, limpos e verdes. Passam pelo mesmo processo que o caco laminado.

– Retalho de Vidro: Vidro gerado da quebra de placas que ainda não passaram por nenhum tipo de processo. Desde que não tenham nenhum tipo de coloração que não seja verde e incolor são destinados para o mesmo local que o caco limpo.

– Vidros de Lâmpadas Fluorescentes: Quebra de lâmpadas, uma empresa contratada faz o tratamento de descontaminação, neutralização e aquecimento para que possam ser encaminhadas para reuso.

##### b) Sucata de Metal: São em sua maioria resíduos de cobre, alumínio e ferro.

c) Reciclável misto: São resíduos como papel, plástico, isopor, sucata de equipamentos de segurança individual e madeira. Todos esses passam pelo processo de triagem.

d) Não recicláveis: São resíduos não passíveis de reciclagem, que serão destinados a aterro sanitário industrial. (Anexo II)

e) Contaminados perigosos: São divididos em sólidos e líquidos, são gerados durante os processos de vitrificação, manufatura de máquinas e para resfriamento dos fornos.

f) Pó de Vidro: O pó de vidro é gerado durante a lapidação das peças de vidro;

g) Resíduos Orgânicos: Os resíduos orgânicos são gerados pelos refeitórios e restaurantes.

Com a determinação e tratamento de todos os valores obtidos foi então possível conhecer a contagem gerada de resíduo em relação a quantidade de material produzido e acompanhar as mudanças alcançadas, nos números, após mudanças de segregação e destinação de alguns resíduos, nos anos de 2017, 2018 e até setembro de 2019.

Após a utilização dos cálculos para estimar a quantidade gerada de resíduos por produção foi possível fazer um balanço geral dos resíduos tratados e tecnologias utilizadas.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Determinação, classificação e quantificação dos resíduos gerados**

Na fase de coletas dos dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa foi observado que a MVA possui um controle da sua gestão de resíduos em relação a sua produção o que foi possível admitir a produção de vidro automotivos de 2017 até setembro de 2019 uma quantidade de 22.395.118,02 m<sup>2</sup>, o vidro é processado em placas por isso sua produção é calculada em unidades de área, e a partir dessa produtividade gerou-se um total de 98.995,85 toneladas de resíduos sólidos.

Com a análise das tabelas de gestão de resíduos, pode-se realizar o preenchimento de dados da Tabela 6, na qual são apresentados os dados dos resíduos gerados e suas destinações baseando-se nas informações prestadas nos inventários internos de resíduos, do ano de 2017 a meados de 2019.

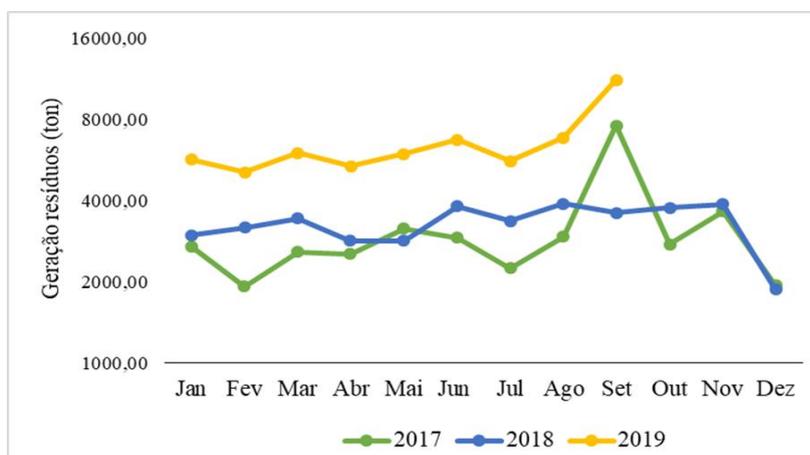
Tabela 6: Resíduos gerados e suas destinações

NOME DO RESÍDUO	QUANTIDADE GERADA (toneladas)			TIPO DE DESTINAÇÃO
	2017	2018	2019	
Vidros em geral	32.362,90	36.654,29	23.231,50	Reciclagem
Sucata de metal	170,36	433,47	202,52	Reciclagem
Reciclável misto	1.203,04	1.512,90	1.102,63	Reciclagem
Não reciclável	185,36	276,43	237,83	Aterro
Contaminados perigosos	4,04	102,53	58,53	Co-processamento
Pó de Vidro*	353,00	439,26	379,56	Aterro/Co-processamento
Resíduos orgânicos**	0,00	5,85	85,70	Compostagem

Fonte: Do autor(2019). \* Pó de vidro passou a ser destinado para co-processamento em setembro de 2018; \*\* Resíduo orgânico passou a ser pesado e destinado para compostagem em dezembro de 2018, anteriormente a esse período o resíduo era doado para pequenas propriedades e não havia controle em sua pesagem.

Com valores de controle mensais da MVA foi possível gerar a figura 10 que irá auxiliar para obtenção dos objetivos propostos no trabalho.

Figura 10: Resíduos gerados mensalmente em toneladas de 2017 a setembro de 2019

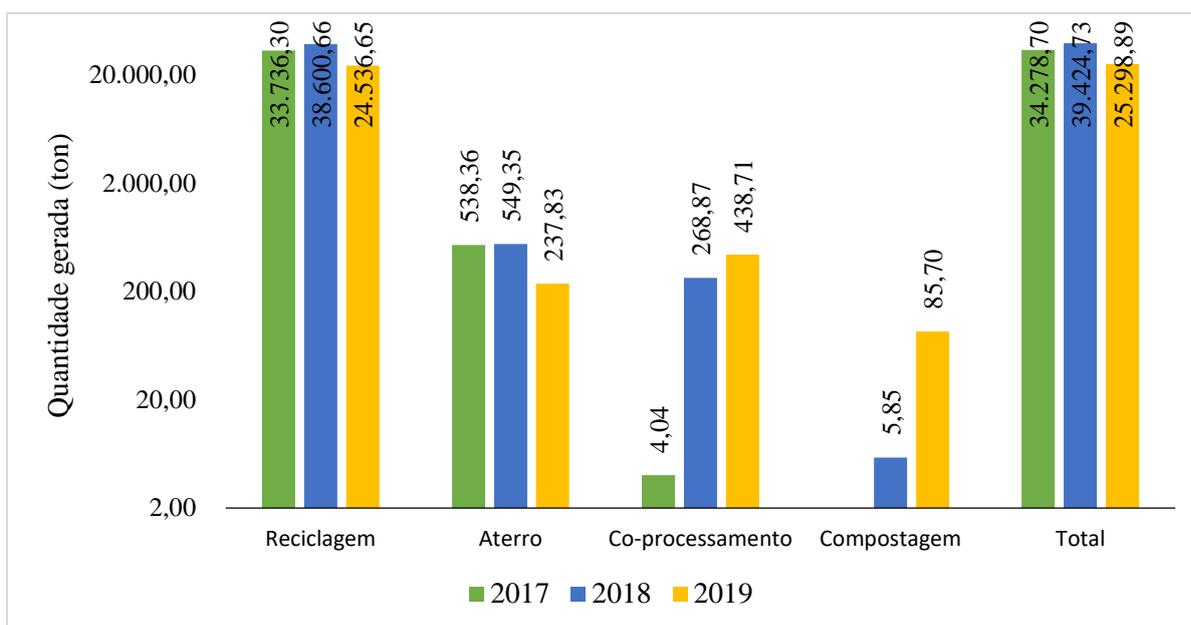


Fonte: Do autor (2019).

Os dados quantitativos e qualitativos da Tabela 8 permitiram identificar quais resíduos são enviados pela MVA para aterro sanitário industrial, tornando-os o foco para atender os objetivos propostos no trabalho.

Por meio dos dados da Tabela 8 foi possível compilar as quantidades de resíduos enviados para cada tipo de destinação na Figura 11 e na Figura 12, sendo a primeira com as quantidades absolutas e a seguinte com as porcentagens para cada ano.

Figura 11: Destinação dos resíduos de 2017 a setembro de 2019 em toneladas

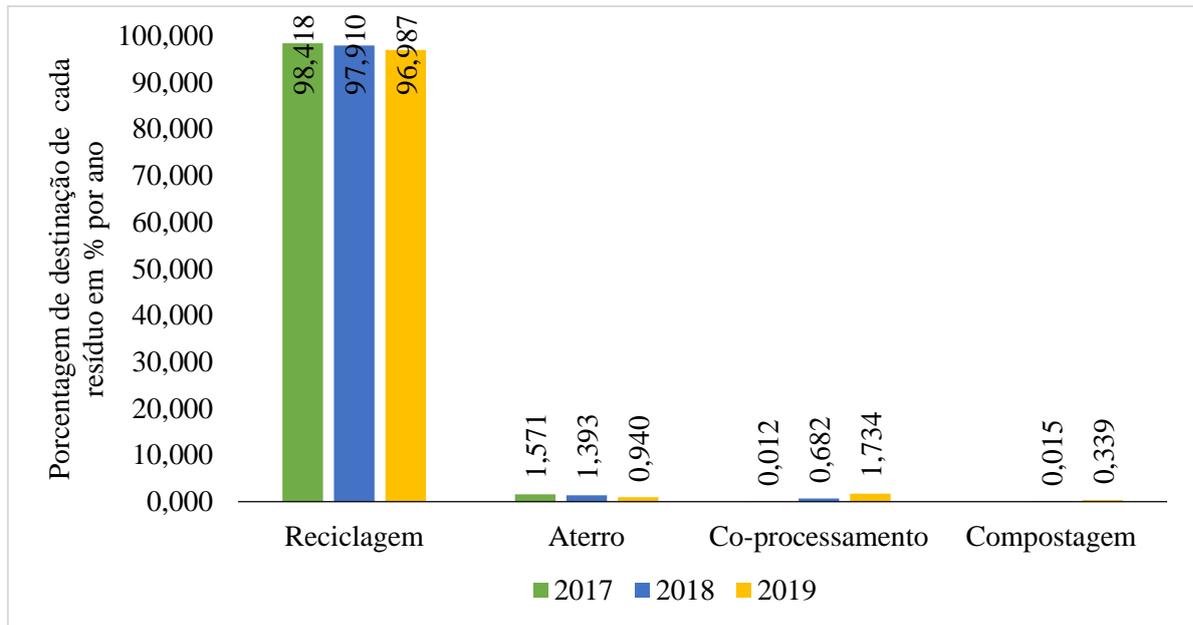


Fonte: Do autor (2019).

A Figura 11 apresenta a quantidade total de resíduos gerado pela MVA de 2017 a setembro de 2019, em toneladas, evidenciando a existência de um pequeno acréscimo na quantidade de resíduos gerados a partir de 2018. Este acréscimo é justificado pelo aumento no número de veículos produzidos nesse período como afirma o relatório de Desempenho da Indústria Automobilística Brasileira de outubro de 2019 (ANFAVEA ,2019).

A análise da Figura 11 demonstra que a MVA tem aumentado a reciclagem dos seus resíduos nos últimos dois anos, em porcentagem com relação à quantidade de resíduos gerados. Este aumento é decorrente de mudanças produtivas que geram mais resíduos comumente destinados para reciclagem, e também por alterações nas formas de tratamento e destinação dos resíduos anteriormente classificados como não recicláveis, após as visitas para o levantamento dos resíduos e novas placas de segregação para os coletores, resíduos que não eram destinados para reciclagem passaram a ser, como é o caso de fitas de arquear e dos baldes de tintas serigráficas.

Figura 12: Destinação dos resíduos de 2017 a setembro de 2019 em porcentagem



Fonte: Do autor (2019).

Foi observado que a grande maioria dos resíduos gerados pela MVA em 2017 e 2018 foram destinados para reciclagem ou aterro e partir de 2019 a reciclagem e co-processamento prevaleceram, sendo a variação na porcentagem enviada para aterro sanitário foi de 1,57 a 0,94 em decorrência das novas alternativas de disposição encontradas para estes resíduos.

Os dados apresentados convergem com a pesquisa de Neto (2017) a qual seus resultados entre 2014 e 2017 apresentaram maioria dos resíduos destinados para reciclagem e co-processamento e apresenta também uma redução no valor resíduos destinados para aterro (ANEXO III)

Esta diversidade de resíduos gerados vai de encontro com o descrito por Medina e Gomes (2002) e Sharma et al. (2016), de que a complexidade produtiva dos automóveis faz com que todo o processo produtivo tenha que ser monitorado, já que são verificadas uma grande quantidade de etapas geradoras de resíduos. Resíduos recicláveis mistos descritos na Tabela 6, por exemplo, são decorrentes de estruturas de madeira utilizadas para transporte das placas de vidro, papéis brancos utilizados para marcação das peças de vidro, embalagens de tinta vitrificante a base de água, ao passo que os resíduos contaminados contêm latas de spray, embalagens de produtos vencidos já as sucatas metálicas contém uma mistura de peças de maquinário quebrado e utensílios metálicos utilizados na produção. Somam-se também os resíduos gerados de atividades indiretas, como escritórios por exemplo, tem-se um panorama em que se torna necessário a avaliação completa de todo o processo produtivo e geração de resíduos de uma indústria de peças automobilísticas.

As Figuras 11 e 12 permitem verificar a importância para MVA da utilização do co-processamento em indústria cimenteira como tratamento de seus resíduos, perigosos e pó de vidro produzida na lapidação do vidro automotivo, variando de 0,012 a 1,73% entre 2017 e setembro de 2019.

Vale ressaltar ainda, conforme dados da Tabela 6, que resíduos perigosos enviados para co-processamento são classificados como Classe I pela NBR 10.004 (ABNT) (2004).

#### **4.2 Indicadores e resultados na quantidade de resíduos**

Comparando os itens destacados com asteriscos na Tabela 6 com as medidas propostas para destinação final destes resíduos, que ocorreram a partir de setembro de 2018, é possível apresentar a quantidade para estes dois tipos de resíduos mês a mês, para o ano de 2018 e até setembro de 2019, de acordo com o tipo de destinação final, conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Destinação mensal do pó de vidro e resíduos orgânicos nos anos de 2018 e 2019.

NOME DO RESÍDUO	QUANTIDADE GERADA (toneladas)													TIPO DE DESTINAÇÃO	
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total		
Pó de vidro	2018	33,27	33,07	34,16	42,18	31,11	33,12	19,8	46,21	0,00	0,00	0,00	0,00	272,92	Aterro
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,72	48,56	48,66	26,40	166,34	Co-processamento
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	/	/	/	0,00	Aterro
		34,02	40,65	40,34	40,19	43,59	40,96	57,60	43,59	38,62	/	/	/	379,56	Co-processamento
Resíduos Orgânicos	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Outras formas
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,85	5,85	Compostagem
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	/	/	/	0,00	Outras formas
		9,30	7,64	7,40	7,76	8,90	9,60	11,80	11,30	12,00	/	/	/	85,70	Compostagem

Fonte: Do autor (2019).

Observa-se na Tabela 7 que o pó de vidro deixaram de ser destinados para aterro após agosto de 2018, o resíduo orgânico até dezembro de 2018 não passava por nenhum tipo de pesagem, porém ele era doado para propriedades rurais da região de Caçapava, onde era utilizado como alimento na suinocultura.

Com estes números, a quantidade total de resíduo que seria enviado para aterro sanitário industrial caiu de 715,69 toneladas para 549,35 toneladas em 2018 e até setembro de 2019 o resíduo destinado aterro abaixou de 617,39 para 237,83 toneladas, ou seja, o equivalente a 76,8% do total que seria destinado sem as novas alternativas propostas em 2018 e 33,3% em 2019.

Considerando o indicador proposto da quantidade de resíduos pela de área de vidro processada (m<sup>2</sup>), tanto para o total de resíduos, quanto para os resíduos separados por tipo de destinação, tem-se um panorama completo dos números apresentados, conforme demonstra a Tabela 8, utilizando os dados das quantidades totais de resíduos apresentada na Tabela 6 como base.

Tabela 8: Indicadores de resíduos de 2017 a setembro de 2019

SIGLA DO INDICADOR	ÁREA VIDRO PROCESSADO (m <sup>2</sup> )	2017	2018	2019
		7.040.491,69	9.251.437,65	6.103.188,67
RT	Resíduos totais(kg)/área processada (m <sup>2</sup> )	4,869	4,261	4,145
RR	Resíduos para reciclagem(kg)/área processada (m <sup>2</sup> )	4,792	4,172	4,02
RC	Resíduos para co-processamento(kg)/área processada (m <sup>2</sup> )	5,740x10 <sup>-4</sup>	0,029	0,072
RA	Resíduos para aterro(kg)/ área processada (m <sup>2</sup> )	0,076	0,059	0,039
RM	Resíduos para compostagem(kg)/área processada (m <sup>2</sup> )	0	***	0,014

Fonte: Do autor (2019) \*\*\*Valor insignificante.

Com os dados apresentados na Tabela 8 é possível verificar a queda do indicador da quantidade de resíduos destinados para aterro por área de vidro automotivo processada no ano de 2017 em comparação ao valor de 2019, lembrando que o volume de produção foi menor em 2017 em relação ao ano de 2019, o indicador mostrou-se cerca de duas vezes menor relacionando os dois anos, demonstrando a eficácia das ações propostas desde 2017. A Tabela 8 também mostra um aumento na produção de 2018 e 2019 em relação a 2017, esse aumento não é acompanhado na maioria dos indicadores de resíduos gerados, o que não é observado por Neto (2017), uma vez que o autor indica que apesar da diminuição de produção não foi observada uma redução no valor de resíduos totais produzidos, e que essa exceção se justifica pela continuação de atividades indiretas que ocorrem dentro da fábrica esses resultados são apresentados no ANEXO IV.

É importante ressaltar que com as ações tomadas desde 2017, a quantidade de resíduos destinados para aterro industrial representou 0,94% da quantidade total de resíduos gerados pela fábrica em 2019, conforme demonstrado pela Figura 12, ou, aproximadamente, 0,039 quilogramas por m<sup>2</sup> de vidro processado. É relevante destacar que essa redução ocorreu por razão da significância que a quantidade de pó de vidro tem no total destinado para aterro sanitário.

#### **4.3 Novas alternativas para os resíduos enviados para aterro sanitário**

Embora diversos trabalhos na área sejam focados no reaproveitamento de resíduos, alguns inseridos totalmente na indústria automobilística e outros não, vale ressaltar que existe uma divergência grande de foco com relação ao presente trabalho.

Ao passo que os trabalhos apresentados por Sharma et al. (2016) tratam de resíduos mais comumente encontrados nas indústrias automobilísticas, como plásticos e metais, este trabalho assim como Neto (2017) procurou, trabalhar com foco nos únicos resíduos enviados para aterro sanitário pela indústria em estudo, usualmente não abordados nas pesquisas.

Um fator interessante que vale ser ressaltado é a possível avaliação do ciclo de vida do vidro, principal resíduo gerado pela MVA destinado para reciclagem, podendo, inclusive, permitir que este trabalho seja moldado e utilizado como base para eventuais estudos da obtenção da matéria-prima e do destino final dos vidros automotivos após o seu uso.

##### **4.3.1 Resíduos não recicláveis**

Os resíduos não recicláveis como observados no Anexo V, são caracterizados por possuírem restos de alimentos, papeis adesivos e embalagens aluminadas. Foi aconselhado aos funcionários a retirada da parte adesiva dos papeis, para possibilitar seu descarte como reciclável, sendo que a geração de papeis colantes é grande, por serem uma ferramenta de identificação de cada peça de vidro produzida, também foram oferecidos lanches durante a manhã e a tarde, visando a diminuição na geração de resíduos de embalagens aluminadas.

Embora se trate de uma solução bastante simples, vale ressaltar a grande dificuldade de aceitação, pois muitos funcionários alegavam falta de tempo para retirada da parte colante.

Um tipo de ação como esta é destacado por Orth (2010), que discorre sobre a importância de os funcionários de uma indústria estarem sensibilizados quanto à separação

correta dos resíduos, fator este que, embora tenha gerado grande dificuldade, foi fundamental para implementação com sucesso da medida adotada para estes resíduos.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Observo-se que a gestão de resíduos para uma manufatura de vidros automotivos foi significativo. Esta atividade é extensamente geradora de resíduos, tanto de resíduos não perigosos e recicláveis como resíduos que apresentam maiores riscos para o meio ambiente e saúde humana quando não são tratados corretamente.

É fundamental observar que, mesmo num âmbito de alta complexidade e tipos de resíduos, existe a possibilidade de assegurar que grande parte destes resíduos sejam aproveitados de alguma maneira, em especial por meio de reciclagem e de co-processamento na indústria cimenteira, em disposições alternativas ao aterro sanitário industrial.

Com algumas alterações, seja na geração dos resíduos ou na avaliação das possibilidades de destinação final, foi possível encontrar alternativas para deixar de mandar alguns resíduos antes enviados para aterro sanitário: Pó de vidro e resíduos antes considerados não recicláveis como papel adesivo.

O presente trabalho também apresentou diferentes possibilidades para a destinação dos resíduos, e que podem ser empregadas em outras indústrias do ramo automotivo no Brasil, ou, até mesmo, de outros ramos de manufatura. O que esta pesquisa ainda enfatiza é que não se pode preocupar-se apenas com os maiores geradores de resíduos, mas também naqueles produzidos em menores quantidades, que podem ser deixados de ser cotabilizados em alguns casos devido à baixa representatividade perante o todo.

As ações propostas para os resíduos permitiram uma redução de 1,57% para 0,94% do total de volume de resíduos gerados na MVA encaminhados a aterro industrial. Estes valores equivalem a 0,039 quilogramas de resíduos destinados para aterro sanitário por m<sup>2</sup> de vidro processado pela MVA em 2019. O principal contribuinte para atingir esta redução foi o pó de vidro, que era o mais representativo dos resíduos enviados para aterro industrial.

As propostas indicadas no trabalho nem sempre precisam ser efetuadas na busca pela destinação final ambientalmente corretas, mas podem ser voltadas e focadas para etapas de melhoria na coleta seletiva e na gestão dos resíduos como um todo.

Vale ressaltar ainda a importância que sempre deve ser dada para os processos e avanços tecnológicos de uma empresa de grande porte como esta, pois melhorias no processo, como máquinas mais modernas que visam diminuir a necessidade área lapidada do vidro, podem viabilizar redução de consumo de matérias-primas e de geração de resíduos.

## REFERÊNCIAS

ABRAVIDRO. **Investimentos à vista!** – São Paulo. set. 2019. Disponível em: <<https://abravidro.org.br/investimentos-a-vista/>>. Acessado em: 10 dez. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Panorama do Coprocessamento** – Brasil 2016. Disponível em: <[http://coprocessamento.org.br/cms/wp-content/uploads/2017/01/Panorama-coprocessamento\\_2016-1.pdf](http://coprocessamento.org.br/cms/wp-content/uploads/2017/01/Panorama-coprocessamento_2016-1.pdf)>. Acesso em 25 nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E EFLUENTES. **O perfil do setor de tratamento de resíduos e serviços ambientais.** São Paulo. 2006. 26p. Disponível em: <<http://www.abetre.org.br/estudos-e-publicacoes/publicacoes/publicacoes-abetre/ABETRE%20-%20Perfil%20do%20Setor%20de%20Trat.%20de%20Residuos%20e%20Servicos%20Ambientais%202006.pdf>>. Acessado em: 2 out. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7.500:** Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro 2017 a. 148 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004:** Resíduos Sólidos- Classificação. Rio de Janeiro 2004 a. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11.174:** Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes – Procedimento. Rio de Janeiro 30 jul.1990. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.235:** Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento. Rio de Janeiro 30 abr.1992. 14p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Desempenho da Indústria Automobilística Brasileira- Outubro de 2019.** Disponível em <<http://www.anfavea.com.br/coletiva.pdf>>. Acessado em: 01 nov. 2019.

BARCELLOS, F. C.; OLIVEIRA, J. C.; CARVALHO, P. G. M. Investimento ambiental em indústrias sujas e intensivas em recursos naturais e energia. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 12, p. 33-50, 2009.

BARROS, R. T. de V. **Elementos de Gestão Resíduos Sólidos.** Belo Horizonte Tessitura, 2012. 423 p.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acessado em: 02 out. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA nº. 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva, **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 117, seção 1, p.80, 29 jun. 2001. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acessado em: 02 out. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA nº. 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, Revoga a Resolução CONAMA no 6/88, **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, v. 226, n. 1, p.85-91, 22 nov. 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335> >. Acessado em: 02 out. 2019.

BUONO, P. H. O.; DIAS, K. T. S.; JUNIOR, S. S. B. A gestão de resíduos de uma oficina de manutenção de veículos pesados: um estudo da logística reversa para as sobras de aço. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 12, no 3, jul-set/2017, p. 179-196.

CARVALHO, H.; MIGUEZ, E. Logística reversa: estudo de caso do carnaval carioca e a cidade do samba. **II Congresso de Engenharia do Entretenimento**. Rio de Janeiro. V. 1, p. 149-151, 2006.

CEBRACE. **Os tipos de Vidro**. 2019 Disponível em:< <https://www.cebrace.com.br/#!/enciclopedia/interna/os-tipos-de-vidro>>. Acessado em> 22 out. 2019.

COELHO, H. M. G. **Modelo para avaliação e apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos de indústrias**. 2011. 301p. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Indústria Automobilística e Sustentabilidade**. Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2012/9/industria-automobilistica-e-sustentabilidade>>. Acessado em 25 nov. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LOPES, G. V.; KEMERICH P. D. C. Resíduos de Oficina mecânica. Proposta de Gerenciamento. Disc. Scientia. **Série: Ciências Naturais e Tecnológicas**, v. 8, n.1, p. 81-94, 2007.

KULKARNI, S.; RAO, R.; PATIL, Y. Are the non-renewable resource utilization and waste management practices emplyes in Indian automobile sector sustainable? **Procedia Social and Behavioral Sciences**. Índia. V. 133, p. 364-371. 2014.

MAROUN, C. A. **Manual de Gerenciamento de Resíduos**: guia de procedimentos passo a passo. Rio de Janeiro: ISBM, 2006.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS, **Setor automotivo**. Brasília. Disponível em:< <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo>>. Acessado em: 18 out 2019.

MEDINA, H. V.; GOMES, D.E.B. Reciclagem de automóveis: estratégias, práticas e perspectivas. 2003, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 2003. Disponível em: < <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/346/1/sta-27.pdf>>. Acessado em 25 nov. 2019.

MOTA, J. C. et al. Características e Impactos Ambientais Causados pelos Resíduos Sólidos: Uma Visão Conceitual. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 1., 2009, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: ABAS, 2009.

Disponível em:

<<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/21942/14313>>. Acessado em: 12 out. 2019.

NETO, J.B.S. **Otimização da destinação de resíduos sólidos de uma indústria automobilística.** 2017. 121 p. Dissertação- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

NSG GROUP. **Sustainability Report 2015- Making a difference to our World Through glass Technology.** 2015. 44p. Tokyo. 2015. Disponível em:<

file:///D:/Arquivos%20Aline/Downloads/NSG\_Sustainability\_Report\_2015.pdf>. Acessado em: 12 out. 2019.

ORTH, C.M.; BALDIN, N.; ZANOTELLI, C.T. A geração de resíduos sólidos em um processo produtivo de uma indústria automobilística: uma contribuição para a redução. **Gest. Prod.** Brasil. V. 21, p. 447-460, 2014.

PORTILHO A. F. **Gestão e tratamento de resíduos sólidos em uma empresa do setor automotivo.** 2016. 146 p. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

RATHI, R.; KHANDUJA, D.; SHARMA, S.K. Synergy of fuzzy AHP and six sigma for capacity waste management in Indian automotive industry, **Decision Science Letters.** Índia. V. 4, fev. 2015.

RENAULT DO BRASIL. Relatório de Sustentabilidade Renault do Brasil 2015. Disponível em: < <http://www.imprensa.renault.com.br/release/item/renault-publica-relatorio-de-sustentabilidade/pt>>. 2015. Acesso em 25 nov. 2019.

ROCCA A.C.C. **Resíduos Sólidos Industriais.** 2 ed. São Paulo: CETESB, 1993.

SACHS, I. et al.. **Initiation à l' écodéveloppement.** Toulouse: Privat, 1981.

SAINT-GOBAIN. **Como é fabricado o vidro automotivo?.** 2019 Disponível em:< <https://www.saint-gobain-autover.com.br/vidro-automotivo>>. Acessado em: 22 out. 2019.

SANTOS S.E.; ANDREOLI C.V.; SILVA C.L.; O Desempenho Ambiental das Empresas do Setor Automotivo na Região Metropolitana de Curitiba. **Planejamento e Políticas Públicas – PPP,** IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, nº 32, 2009. Disponível em:< <http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/13/15>>. Acessado em 20 out. 2019.

SÃO PAULO (Estado) Lei nº. 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. **Diário Oficial do Estado de São Paulo.** São Paulo, SP, v. 116, n. 51, p.1, 17 mar. 2006. Disponível em:< <http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20060317&Caderno=DOE I&NumeroPagina=1>> . Acessado em: 17 out. 2019.

SABIÃO, J.D.; ARANDA, R.L.G.; GONÇALVES, L.C. Logística reversa no segmento de resíduos de garrafa de vidro: estudo de caso na empresa Cacos de Vidro Mazzeto. **Refas**. São Paulo. V. 3, set. 2016.

SHAO, J.; TAISCH, M.; MIER, M.O. A study on a configuration model for facilitating sustainable consumption: a case involving the automobile industry in Italy. **Journal of Cleaner Production**. Itália. V. 137, p. 507-515, jul. 2016.

SHARMA, P.; SHARMA A.; SHARMA, A.; SRIVASTAVA, P. Automobile waste and its management. **Research Journal of Chemical and Environmental Sciences**. Estado Unidos da América. V. 4, p. 01-07, apr. 2016.

SOUZA K. R. **Desafios ambientais na indústria automobilística: Uma análise do processo de reciclagem e reutilização de materiais**. 2010. 86p. Monografia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2010.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

VOLKSWAGEN DO BRASIL. **Anuário de Responsabilidade Corporativa Volkswagen do Brasil 2016**. Disponível em: < <http://relatoweb.com.br/volkswagen/2016/pt/> > . 2017. Acesso em 26 nov. 2019.

ZARATIN, M.H.; FRANCISCHINI, P.G.; ECO-Kanban e a sistematização da comunicação no reaproveitamento de resíduos industriais: um estudo de caso de uma indústria produtora de vidros automotivos. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, n 4, out.-dez. 2009. Disponível em:< <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/853> > Acessado em: 26 nov. 2019.

**ANEXOS****ANEXO I- Tipos de acondicionamento NBR 13221/2017****Tipos de acondicionamento**

Tipo de acondicionamento	Código
Tambor de 200 L	E 01
A granel	E 02
Caçamba (contêiner)	E 03
Tanque	E 04
Tambores de outros tamanhos e bombonas	E 05
Fardos	E 06
Sacos plásticos	E 07
Outras formas	E 08

## ANEXO II – Resíduos de interesse para Cadri

Os resíduos de interesse são:

- Resíduos industriais perigosos (classe I, segundo a Norma NBR 10004, da ABNT);
- Resíduos apresentados na relação abaixo;

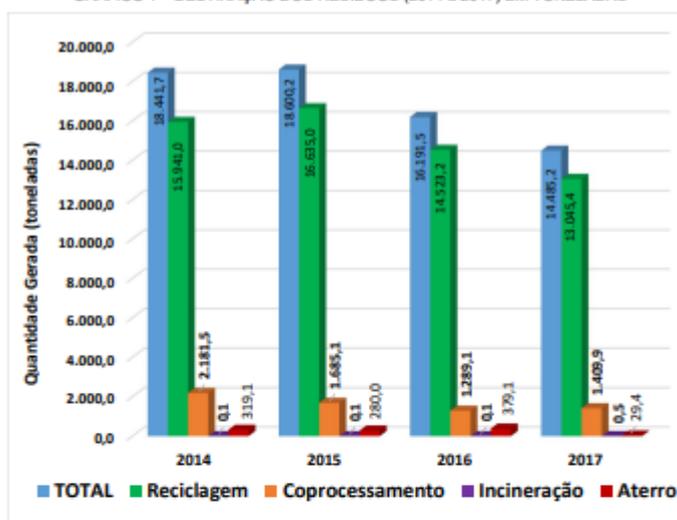
### RELAÇÃO DE RESÍDUOS DE INTERESSE:

1. Resíduo sólido domiciliar coletado pelo serviço público, quando enviado a aterro privado ou para outros municípios.
2. Lodo de sistema de tratamento de efluentes líquidos industriais.
3. Lodo de sistema de tratamento de efluentes líquidos sanitários gerados em fontes de poluição definidos no artigo 57 do Regulamento da Lei Estadual 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual 8.468/76 e suas alterações.
4. EPI contaminado e embalagens contendo PCB.
5. Resíduos de curtume não caracterizados como Classe I, pela NBR 10004.
6. Resíduos de indústria de fundição não caracterizados como Classe I, pela NBR 10004.
7. Resíduos de Portos e Aeroportos, exceto os resíduos com características de resíduos domiciliares e os controlados pelo “Departamento da Polícia Federal”.
8. Resíduos de Serviços de Saúde, dos Grupos A, B e E, conforme a Resolução CONAMA 358, de 29 de abril de 2005. Para os resíduos do Grupo B, observar a Norma Técnica CETESB P4.262 – Gerenciamento de resíduos químicos provenientes de estabelecimentos serviços de saúde: procedimento, de agosto de 2007.
9. Efluentes líquidos gerados em fontes de poluição definidos no artigo 57 do Regulamento da Lei Estadual 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual 8.468/76 e suas alterações. Excetuam-se os efluentes encaminhados por rede.
10. Lodos de sistema de tratamento de água.
11. Resíduos de agrotóxicos e suas embalagens, quando após o uso, constituam resíduos perigosos.

Observação: O procedimento poderá ser estendido para resíduos não relacionados acima, nos casos em que a instalação de destinação exigir o documento ou a critério da Agência Ambiental.

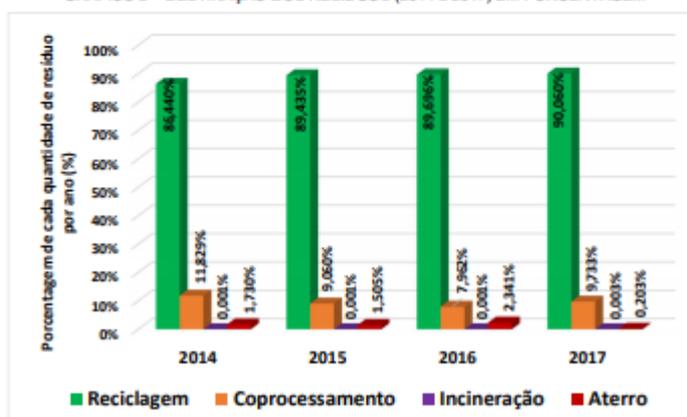
### Anexado III- Resultados apresentados por Neto(2017)

GRÁFICO 1 – DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS (2014 a 2017) EM TONELADAS



FONTE: O autor (2018)

GRÁFICO 2 – DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS (2014 a 2017) EM PORCENTAGEM



FONTE: O autor (2018)

## ANEXO IV- Resultados dos indicadores de resíduos obtidos por NETO(2017)

TABELA 5 – INDICADORES DE RESÍDUOS (2014 A 2017)

		2014	2015	2016	2017
Sigla Indicador	Veículos Produzidos (unidades)	109.901	94.885	61.155	60.549
RT	Resíduos totais (kg) / veículo produzido	167,80	196,03	264,76	239,23
RR	Resíduos para reciclagem (kg) / veículo produzido	145,05	175,32	237,48	215,45
RC	Resíduos para coprocessamento (kg) / veículo produzido	19,85	17,76	21,08	23,29
Ri	Resíduos para incineração (kg) / veículo produzido	0,00	0,00	0,00	0,01
RA	Resíduos para aterro industrial (kg) / veículo produzido	2,90	2,95	6,20	0,49

FONTE: O Autor (2018)

## Anexado V- Placas de avisos para coletores de resíduos

<p><b>PLÁSTICO:</b></p> <p><b>PERMITIDO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BALDE DE ESMALTE SERIGÁFICO;</li> <li>EMBALAGENS NÃO CONTAMINADAS (SEM ÓLEO E SOLVENTE);</li> <li>PEÇAS PLÁSTICAS (COMPONENTES);</li> <li>SEPARADOR DE VIDRO NO RACK DE METÁLICO;</li> <li>FITAS DE ARQUEAR;</li> <li>PVB;</li> <li>COPOS PLÁSTICOS;</li> <li>SACOS PLÁSTICOS;</li> <li>CD.</li> </ul> <p></p> <p><b>PROIBIDO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EMBALAGENS ALUMINIZADAS;</li> <li>PLÁSTICOS/EMBALAGENS QUE SÃO UTILIZADAS COM ÓLEO OU SOLVENTES;</li> <li>FITAS DE IMPRESSORA E CARTUCHOS.</li> </ul> <p></p>	<p><b>SÓLIDO CONTAMINADO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resíduos gerados na limpeza e manutenção de equipamentos ;</li> <li>Resíduos gerados na preparação de tintas do setor de serigrafia;</li> <li>Resíduos constituídos de panos e estopas, contaminadas com produtos químicos, tintas, óleo e solvente;</li> <li>Embalagens vazias contaminadas com produtos químicos, tintas, óleo e solvente.</li> </ul>	<p><b>PAPEL:</b></p> <p><b>PERMITIDO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PAPEL ;</li> <li>EMBALAGENS DE PAPELÃO (NÃO É NECESSÁRIO RETORNAR ADESIVOS);</li> <li>CADERNO COM ESPIRAL;</li> <li>REVISTAS/LIVROS.</li> </ul> <p></p> <p><b>PROIBIDO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>POST-IT;</li> <li>FITAS E ETIQUETAS ADESIVAS;</li> <li>PAPÉIS COM COLA;</li> <li>PAPÉIS SUJOS COM ÓLEO;</li> <li>LENÇOS E GUARDANAPOS USADOS;</li> <li>PAPEL HIGIÊNICO.</li> </ul> <p></p>
<p><b>METAL</b></p> <p><b>PERMITIDO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LATAS VAZIAS;</li> <li>PERFIL METÁLICO;</li> <li>FIOS ELÉTRICOS;</li> <li>LACRES DE IOGURTE;</li> <li>ESPONJA DE AÇO (não conténuada);</li> <li>ALUMÍNIO;</li> </ul> <p></p> <p><b>PROIBIDO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LATAS DE SPRAY;</li> <li>BISNAGAS EM GERAL;</li> <li>COMPONENTES ELETRÔNICOS;</li> <li>TAMBOR;</li> <li>MANGUEIRAS HIDRÁULICAS;</li> <li>CANALETAS;</li> <li>EMBALAGEM DE GÁS REFRIGERANTE.</li> </ul> <p></p>	<p><b>NÃO RECICLÁVEL</b></p> <p><b>PERMITIDO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>COMPONENTES EMBORRACHADOS;</li> <li>EMBALAGENS ALUMINIZADAS;</li> <li>POST-IT;</li> <li>SOBRAS DE ALIMENTOS;</li> <li>FITAS E ETIQUETAS ADESIVAS;</li> <li>LENÇOS E GUARDANAPOS USADOS;</li> <li>PU;</li> <li>PALITO DE DENTE USADO.</li> </ul> <p></p> <p><b>PROIBIDO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EPI;</li> <li>EMBALAGENS CONTAMINADAS;</li> <li>LATA DE SPRAY (aerossol).</li> </ul> <p></p>	<p><b>ISOPOR</b></p>
<p><b>APENAS LATAS DE SPRAY (AEROSSOL)</b></p>		