

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCIANE DOS SANTOS PIMENTA

EMISSIONES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PROVENIENTES DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO ANO BASE 2017

CURITIBA
2018

LUCIANE DOS SANTOS PIMENTA

EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PROVENIENTES DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO ANO BASE 2017

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista. Orientadora: Profa. Dra. Maria Emília Martins Ferreira.

CURITIBA
2018

RESUMO

Nos últimos anos é crescente a preocupação das entidades governamentais e não governamentais, cientistas e sociedade com as mudanças climáticas. A destinação de resíduos sólidos contribui significativamente na emissão de gases de efeito estufa (GEE). Com relação às emissões nacionais, o setor de resíduos representa a menor contribuição, mas está em crescimento. O setor automobilístico, um dos principais do Brasil, tem empreendido esforços para redução da geração de resíduos e, logo, nas emissões de GEE. Sendo assim, este estudo visa estimar as emissões de gases de efeito estufa provenientes de resíduos sólidos de uma indústria automobilística, situada no Sul Fluminense, no ano-base 2017. Foi realizado o levantamento quantitativo dos resíduos sólidos gerados, a análise da composição dos resíduos Não Recicláveis e a composição gravimétrica dos resíduos aterrados. A estimativa das emissões de gases de efeito estufa foi realizada utilizando-se a metodologia do *GHG Protocol*. Desse modo, foram contabilizadas emissões de 252,3 tCO₂e provenientes dos resíduos aterrados e 41,0 tCO₂e provenientes de compostagem anaeróbica, totalizando 293,26 tCO₂e. Por fim, conclui-se que, embora a empresa já possua um elevado percentual de resíduos reciclados, é possível adotar um Programa de Zero Aterro como medida de redução das emissões de gases de efeito estufa.

Palavras-Chave: Efeito estufa. *GHG Protocol*. Resíduos industriais. Zero aterro.

ABSTRACT

In recent years, the concern of governmental and non-governmental organizations, scientists and society with climate change has increased. The disposal of solid waste contributes significantly to greenhouse gases emissions (GHG). Regarding national emissions, the waste sector represents the smallest contribution, but it is growing. The automotive sector, one of the main ones in Brazil, has undertaken efforts to reduce waste generation and, therefore, GHG emissions. Thereby, this study aims to estimate greenhouse gas emissions from solid waste from an automobile industry, located in the southern Fluminense, in the base year 2017. A quantitative survey of the solid wastes generated the analysis of the waste composition No Recyclables and the gravimetric composition of the landfilled waste were carried out. The estimation of greenhouse gas emissions was conducted using the *GHG Protocol* methodology. Thus, 252.3 tCO₂e emissions were recorded from landfilled waste and 41.0 tCO₂e from anaerobic composting, totaling 293.26 tCO₂e. Finally, it is concluded that, although the company already has a high percentage of recycled waste, it is possible to adopt a Zero Landfill Program as a measure to reduce greenhouse gas emissions.

Keywords: Greenhouse. *GHG Protocol*. Industrial waste. Zero Landfill

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS	8
2.1 OBJETIVO GERAL	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	9
3.2 COLETA DE DADOS	9
3.3. COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS ATERRADOS	10
3.4 CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS	14
4.2 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS ATERRADOS	15
4.3 EMISSÕES DE GEE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	17
4.4 PROPOSTA PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GEE	18
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	21
6. REFERÊNCIAS	22
APÊNDICE 1	25
APÊNDICE 2	27
APÊNDICE 3	30

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Aguiar et al. (2016) a mudança global do clima é tema que ganha cada dia maior relevância, especialmente a partir de 2007, quando o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) divulgou seu quarto relatório ressaltando que há 90% de certeza de que as atividades humanas são as responsáveis pelo aumento da temperatura média do planeta por meio da emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera.

O Quinto Relatório do IPCC (AR5) aponta que o aquecimento global é uma realidade e atribui com ainda mais certeza a influência humana no sistema climático. (IPCC, 2013).

A geração de resíduos, seus tratamentos intermediários e sua destinação final são inerentes à sociedade e produzem emissões de GEE, que agravam as mudanças climáticas, sendo um dos maiores desafios para a sociedade moderna.

Conforme o MCTIC (2017), em 2015, o setor de resíduos contribuiu com cerca de 4% das emissões brutas e, embora seja o menos expressivo com relação aos demais setores - mudança de uso da terra, energia, agropecuária e processos industriais, possui grande impacto na atmosfera devido à geração de gases com maior potencial de aquecimento global, como o metano (CH₄), e o óxido nitroso (N₂O) (SEEG, 2017). De acordo com o IPCC (2013), o potencial de aquecimento global (GWP) do metano é 28 e do óxido nitroso é 265 vezes mais potente que o CO₂.

Ainda com relação às emissões do setor de tratamento de resíduos, em 2015, as emissões foram de 62.695 Gg CO₂eq, sendo apontado pelo MCTIC (2017) um aumento de 18,60% das emissões de 2010. Dentre os principais subsetores – disposição de resíduos, tratamento de efluentes industriais, tratamento de efluentes domésticos e incineração de resíduos –, o descarte é o mais expressivo e este contribuiu com 31.587 Gg CO₂eq em 2015, associado principalmente pela disposição em aterros ou lixões.

No Brasil, apesar da Lei nº12.187/2009 instituir a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), que define o compromisso nacional voluntário para redução das emissões GEE (BRASIL, 2009), ressalta o SEEG (2017) que a principal política que norteia a gestão de resíduos é a Política Nacional de

Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10), porém, não foram definidas metas específicas para o setor de resíduos na Contribuição Nacionalmente Determinada Pretendida (INDC, sigla em inglês).

Sobre as atividades industriais, essas são responsáveis pela produção de uma diversidade de resíduos sólidos industriais (NASCIMENTO, 2017), intensificada pelo crescimento econômico a curto prazo, mediante novos processos produtivos e a exploração intensiva de energia e matérias-primas.

De acordo com o Art. 2º da Resolução CONAMA nº 313 (2002), considera-se que resíduo sólido industrial é:

“(…) todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição”.

Nascimento (2017) descreve que os resíduos industriais podem ser caracterizados como recicláveis, que por meio de tratamentos podem gerar um novo produto, ou não-recicláveis, que são direcionados a uma disposição final - aterros.

Apesar de exposto por Orth et al. (2014) que ainda não há dados precisos e atualizados da geração de resíduos industriais no Brasil, segundo Cagliari et al. (2008) a preocupação das indústrias com o meio ambiente e a legislação cada vez mais rigorosa, faz com que estas invistam cada vez mais em mecanismos de tratamento e disposição final adequada e ações de não-geração.

Especificamente no Estado do Rio de Janeiro, o Governo do Estado (2017) divulgou por meio de seu inventário, que o subsetor de resíduos sólidos emitiu 3.605 Gg CO₂eq em 2015. Os resíduos industriais também contribuíram para as emissões do Estado e a região Médio Paraíba, a qual a indústria em estudo está inserida, emitiu 96,3 Gg CO₂eq.

Ainda sobre a degradação ambiental provocada pelas indústrias, é citado por Souza (2010) que a indústria automobilística desperta particular interesse,

uma vez que está entre os dez setores mais potencialmente poluidores, cujo processo produtivo utiliza uma grande quantidade e diversidade de materiais.

Atualmente o setor automotivo é um dos setores econômicos mais importantes no país, possui no total 27 fabricantes, com 65 unidades industriais localizadas em 10 Estados da Federação e uma participação de 4% no PIB nacional de 2015. (ANFAVEA, 2018).

Conforme a CNI (2014) um dos principais focos da indústria automobilística está na diminuição da geração de resíduos nas linhas de montagem. Desse modo, há 10 anos as empresas geravam 348,5kg de resíduos sólidos por veículo produzido e este número caiu 42%, para 202,0kg.

Nesse contexto, Santos (2017) apresenta um caso de redução de GEE em uma indústria automobilística, por meio da implantação de um programa de Zero Aterro na Eaton, planta de Mogi Mirim, colaborando com uma redução anual de aproximadamente 30 toneladas de resíduos para aterro sanitário, equivalendo a cerca de 79 toneladas de CO₂ por ano. Da mesma forma, é descrito por Chevrolet (2014), que a fábrica da *General Motors* (GM) em Joinville, juntamente com outras onze fábricas no mundo, evitou a emissão de mais de 600 mil toneladas métricas de CO₂ com o movimento Zero Resíduos para Aterro. Segundo Pinto et. al (2017), o Complexo GM São Caetano do Sul investiu aproximadamente R\$ 335.000,00 para implementar e operacionalizar o projeto de zero aterro, e sem custo operacional adicional, já que muitos resíduos passaram a gerar receita.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estimar as emissões de gases de efeito estufa provenientes do tratamento de resíduos sólidos gerados em uma indústria automobilística, localizada no Sul Fluminense, para o ano-base 2017.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar os dados de geração dos resíduos sólidos no ano-base 2017 no local de estudo;
- Avaliar a composição gravimétrica dos resíduos enviados para aterro em 2017;
- Estimar as emissões de gases de efeito estufa provenientes dos resíduos sólidos; e,
- Propor formas de reduzir as emissões de gases de efeito estufa na indústria em estudo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O município de Resende está localizado no sul do estado do Rio de Janeiro, mesorregião Sul Fluminense, e possui uma população estimada em 124.923 habitantes (IBGE, 2017).

PAIVA (2016) ressalta que desde a implantação da fábrica da Volkswagen (VW) em Resende, em 1996, o Sul Fluminense se tornou um dos principais pólos da indústria automotiva brasileira, contando com a presença de empresas como a PSA – Peugeot Citroën, Nissan, Michelin, Hyundai Heavy Industries e Jaguar Land Rover.

Resende possui localização estratégica limitada a norte pelo o município de Itatiaia e estado de Minas Gerais; a leste, pelos municípios de Quatis, Porto Real e Barra Mansa; a sul e a oeste, pelo estado de São Paulo. Está distante à 150km da cidade do Rio de Janeiro e à 230km da cidade de São Paulo.

Este trabalho foi realizado em uma indústria de grande porte do ramo automobilístico, localizada no Pólo Industrial de Resende, às margens do Rio Paraíba do Sul, cujo entorno é predominantemente ocupado por pastagens e indústrias. No intuito de preservar sua identidade, a empresa será identificada por AutoSulflu ao longo deste trabalho.

A AutoSulflu é uma indústria multinacional a qual se destaca no mercado nacional e internacional, em operação com 02 turnos de trabalho e possui cerca de 2.800 funcionários próprios e terceiros.

3.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados consistiu no levantamento qualitativo e quantitativo dos resíduos destinados no ano de 2017 por meio de informações e relatórios fornecidos pela própria empresa.

As informações levantadas foram: tipo, quantidade e tratamento dos resíduos sólidos, para assim calcular as emissões de gases estufa de acordo com a destinação final.

3.3. COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS ATERRADOS

Segundo Thode Filho (2014), a composição gravimétrica do resíduo expressa o percentual de cada componente presente nesses resíduos em relação ao peso total da amostra estudada. A composição gravimétrica (CG) é obtida por meio da Equação 1,

$$CG(\%) = \frac{M_c}{M_t} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

CG é o percentual da composição gravimétrica (%);

Mc é a massa do componente (kg);

Mt é a massa total da amostra (kg)

No ano-base de 2017, a indústria em estudo destinou para aterro os resíduos Entulho de Obra e Não Recicláveis, ou Lixo Comum.

O Entulho de obra é composto por resto de concreto (inerte), porém, o Lixo Comum consiste de vários resíduos misturados e não tem a massa de cada componente conhecida.

Para se conhecer a composição gravimétrica dos resíduos aterrados, foi necessário primeiramente realizar estudos amostrais para caracterização do Lixo Comum, executados nos períodos de 18/01/2017 a 27/01/2017 (Estudo 1) e de 10/07/2017 a 21/07/2017 (Estudo 2). Ressalta-se que os períodos amostrados foram dias normais de produção.

Durante o Estudo 1 e Estudo 2, 100% do Lixo Comum foram transferidos dos 07 pontos de armazenamento temporário, totalizando 20 caçambas com capacidade 1,2m³ cada, para a Central de Armazenamento de Resíduos com suporte de um veículo automóvel utilitário e gaiolas, conforme demonstrado na Figura 1.

Após a transferência dos resíduos para a Central de Armazenamento de Resíduos, esses seguiram para a etapa denominada de triagem.



FIGURA 1 - Transferência do Lixo Comum para a Central de Armazenamento de Resíduos por meio de automóvel utilitário e gaiolas
FONTE: O Autor (2017)

Nesta etapa, os resíduos foram depositados em uma bancada de segregação, onde um colaborador separou-os manualmente segundo suas características, como por exemplo, papel/papelão, plástico, metal, resíduo orgânico e outros (Figura 2).



FIGURA 2 – Triagem do Lixo Comum na Central de Armazenamento de Resíduos
FONTE: O Autor (2017)

Os resíduos foram acondicionados por tipo em sacos plásticos, com capacidade de 100 L, ou sobre pallets de madeira, conforme figuras 3a e 3b, e em seguida pesados.



FIGURA 3a e b: Acondicionamento Lixo Comum por tipo para pesagem
FONTE: O Autor (2017)

A pesagem do Lixo Comum ocorreu todos os dias de estudo, obtendo-se assim a geração média diária. Para esta pesagem, foi utilizada uma balança digital de precisão previamente calibrada da marca Líder Balanças LD 1050.

Por meio da média entre os dois estudos amostrais, foi possível obter a composição média de cada material presente no Lixo Comum.

Aplicando-se a Equação 01 obteve-se a composição gravimétrica média dos resíduos aterrados utilizando o peso total de resíduos destinados em aterro pela AutoSulflu no ano-base de 2017 e o peso de cada componente.

3.4 CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A contabilização das emissões provenientes da disposição de resíduos sólidos pela empresa AutoSulflu no ano-base 2017 foi feita com o uso da ferramenta *Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)* versão 2018.1.4.

Ressalta-se que esse método é o mais utilizado no mundo pelas empresas e governos para quantificar emissões de GEE e é compatível com as normas ISO 14064 e metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Embora seja um programa mundial, o método foi adaptado ao contexto nacional (PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL, 2017).

Para as emissões de gases de efeito estufa provenientes da Geração de Resíduos Sólidos (Escopo 3), a ferramenta de cálculo do *GHG Protocol* inclui as emissões em instalações de terceiros provenientes do tratamento de resíduos enviados a aterros e do tratamento de resíduos por compostagem.

- **Resíduos destinados para compostagem**

A estimativa de emissões de GEE do tratamento de resíduos por compostagem foi feita inserindo-se na ferramenta a quantidade de resíduos enviados para uma Usina de Compostagem localizada em Porto Real – RJ.

- **Resíduos destinados para aterro**

A ferramenta do *GHG Protocol* estima as emissões a partir da quantidade de resíduos enviados para aterro, das características climáticas do local de disposição de resíduos, os dados de composição de resíduos, a qualidade de disposição dos resíduos e a recuperação de metano no aterro.

Os dados da composição dos resíduos da AutoSulflu foram inseridos de acordo com as porcentagem calculadas de cada tipo de resíduo, conforme as categorias do *GHG Protocol*: A - Papéis/papelão; B - Resíduos têxteis; C – alimentares; D – Madeira; E - Resíduos de jardim e parque; F - Borracha e couro; G – Fraldas; e, Outros materiais inertes.

A ferramenta do *GHG Protocol* requer a classificação do aterro em relação à qualidade do local para onde foram destinados os resíduos, sendo esta: A - se não possui a classificação de aterro; B - se aterro com profundidade < 5m; C - se aterro com profundidade >= 5m; D - se aterro sanitário; E - se aterro semi-aeróbio manejado. A AutoSulflu possui contrato com uma Central de Tratamento de Resíduo (CTR), que é um aterro sanitário localizado em Barra Mansa-RJ, cidade vizinha a Resende-RJ, que estava em fase de implantação de unidades auxiliares para tratamento do biogás. Assim, utilizou-se a classificação “D” para a qualidade do aterro, sem recuperação de metano (CH₄), ou seja, sem queimador (“flare”) ou utilização para geração de energia.

Por conta do perfil de degradação da matéria orgânica em aterros, as emissões de GEE ocorrem por um período superior a 30 anos, porém o método segue o disposto no "*Greenhouse Gas Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*", do *The GHG Protocol*, e as emissões futuras, são todas alocadas no ano de geração do resíduo. Apesar da estimativa das emissões de GEE dos resíduos sólidos da AutoSulflu se limitar ao período de um ano, as emissões futuras da disposição em aterro foram alocadas no ano-base de 2017.

- **Resíduos destinados para incineração**

A AutoSulflu envia resíduo ambulatorial para incineração, porém a ferramenta de cálculo do *GHG Protocol* não estima as emissões de resíduos incinerados, somente permite o seu relato.

Não foi possível estimar a quantidade de GEE provenientes dos resíduos sólidos da AutoSulflu nos anos anteriores devido à falta de dados da composição dos resíduos enviados para aterro, o que iria gerar um alto grau de incerteza nos resultados obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS

A partir do levantamento de dados dos resíduos sólidos gerados pela AutoSulflu, foram listados os principais tipos e quantidades dos resíduos destinados no ano de 2017, mostrados na Tabela 1.

TABELA 1 – Resíduos sólidos gerados em 2017 pela empresa AutoSulflu

Resíduos	Total (ton.)	Destinação
Papelão e papel	1.489,37	Reciclagem
Madeira	922,43	Reciclagem
Plástico Filme	229,13	Reciclagem
Plástico Rígido	185,36	Reciclagem
Metal -Ferroso	7.030,06	Reciclagem
Metal - Não Ferroso	13,30	Reciclagem
Não Reciclável (Lixo comum)	180,17	Aterro
Resíduo Orgânico	216,36	Compostagem
Borras de Tinta	219,54	Co-Processamento
Óleo Lubrificante	4,01	Reciclagem
Solvente	31,94	Reciclagem
Solvente a base d'água	33,62	Co-Processamento
Miscelânea Contaminada	112,58	Co-Processamento
Outros	86,84	Co-Processamento
Outros	101,84	Reciclagem
Resíduo Ambulatorial	0,02	Incineração
Entulho de Obra	26,09	Reciclagem
Entulho de Obra	29,13	Aterro

FONTE: O Autor (2018)

Ressalta-se que a partir do 2º semestre de 2017, a AutoSulflu passou a destinar os resíduos de entulho de obra para reciclagem.

Após o levantamento, os dados foram agrupados por destinação final (Tabela 2).

TABELA 2 – Quantificação de resíduo por destinação final em 2017

Tipo de Tratamento	Total (ton.)
Reciclagem	10.033,53
Aterro	209,30
Incineração	0,02
Compostagem	216,36
Co-processamento	452,58

FONTE: O Autor (2018)

Analisando os dados apresentados na Figura 4, é possível constatar que a empresa possui alto percentual de resíduos encaminhados para reciclagem com 92,0% em 2017. Os resíduos perigosos são destinados para co-processamento, que consiste na utilização de resíduos industriais como substitutos de combustível na fabricação de cimento, e representam 4,1%. Os resíduos orgânicos, que são os restos alimentares do refeitório, são enviados para compostagem e correspondem a 2,0%. Os resíduos enviados para aterro representam a menor parcela, com 1,9%.

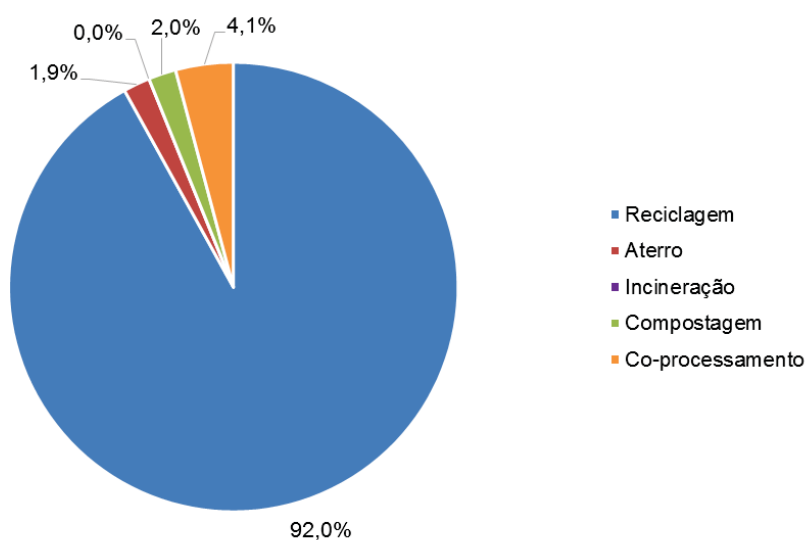


FIGURA 4 – Tipo de destinação dos resíduos sólidos da AutoSulflu em 2017
FONTE: O Autor (2018)

4.2 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS ATERRADOS

Primeiramente foi realizada a análise da composição do Lixo Comum por meio de duas amostragens ocorridas em períodos distintos de 2017.

A partir da pesagem diária dos resíduos de Lixo Comum, cujos resultados são detalhados no Apêndice 1, foi possível obter o percentual médio de cada tipo de material, apresentado na Figura 5. Observa-se que a maior parte do material presente no Lixo Comum é passível de tratamento por reciclagem e compostagem.

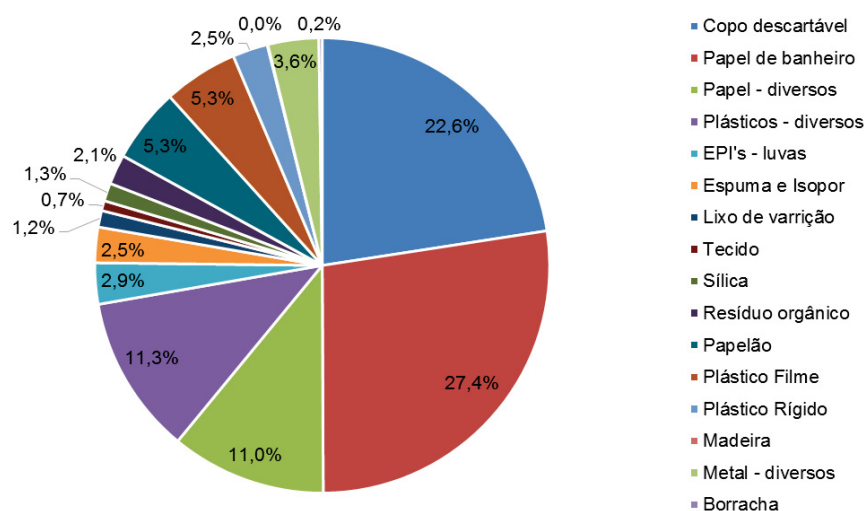


FIGURA 5: Porcentagem de cada tipo de material presente no lixo comum em 2017
 FONTE: O Autor (2018)

A destinação para aterro dos resíduos Lixo Comum e Entulho de obra em 2017 foram de 180,17 toneladas (86,08%) e 29,13 toneladas (13,92%), respectivamente, totalizando 209,30 toneladas. A composição gravimétrica média dos resíduos aterrados é apresentada na Tabela 3.

TABELA 3 – Composição Gravimétrica (CG) dos resíduos aterrados em 2017.

Descrição	Peso (ton)	CG Média (%)
Lixo Comum	180,17	86,08
Copo descartável	40,66	19,43
Papel de banheiro	49,30	23,56
Papel - diversos	19,88	9,50
Plástico - diversos	20,36	9,73
EPI's - luvas	5,26	2,51
Espuma e Isopor	4,55	2,17
Lixo de varrição	2,11	1,01
Tecido	1,28	0,61
Sílica	2,30	1,10
Resíduo Orgânico	3,84	1,83
Papelão	9,55	4,56
Plástico Filme	9,55	4,56
Plástico Rígido	4,51	2,15
Madeira	0,08	0,04
Metal - diversos	6,51	3,11
Borracha	0,43	0,20
Entulho de obra	29,13	13,92
Total	209,30	100,00

FONTE: O Autor (2018)

Sendo assim, os resultados obtidos demonstraram que os tipos de resíduo enviados em maior quantidade para aterro em 2017 pela AutoSulflu são: papel de banheiro; copos descartáveis; entulho de obra; papéis e plásticos diversos.

4.3 EMISSÕES DE GEE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A estimativa de emissões totais de resíduo tratado por compostagem calculada com o *GHG Protocol* no ano de 2017 foi de 41 tCO_{2e}.

Para o cálculo das emissões de resíduos aterrados, os materiais presentes nos resíduos enviados para aterro foram relacionados com a classificação da ferramenta do *GHG Protocol*, expostos na Tabela 4, conforme critérios adotados pelo próprio autor baseado na similaridade entre materiais.

Ressalta-se que o material classificado como lixo de varrição não possui classificação compatível com os grupos do *GHG Protocol*, sendo considerado pelo autor como Outros Materiais Inertes. No caso de papel de banheiro, foi adotado maior similaridade com o grupo de Papéis/papelão. Em relação a EPI's, estes são tecidos e por isso considerou-se a categoria B – Resíduos Têxteis.

TABELA 4: Classificação dos resíduos enviados para aterro pela AutoSulflu conforme ferramenta do *GHG Protocol*

Composição do Resíduos	Tipo de Resíduos	Un.	2017
A – Papéis/papelão	Papel de banheiro/ Papéis – diversos/ Papelão	%	37,62
B – Resíduos Têxteis	EPI's – luvas / Tecido	%	3,13
C – Resíduos alimentares	Resíduo orgânico	%	1,83
D – Madeira	Madeira	%	0,04
E – Resíduos de jardim e parque	Não consta	%	0,00
F - Fraldas	Não consta	%	0,00
G – Borracha e couro	Borracha	%	0,20
Outros materiais inertes	Copo descartável/ Plásticos – diversos/ Espuma e Isopor/ Lixo de varrição/ Sílica/ Plástico Filme/ Plástico Rígido/ Metal – diversos/ Entulho	%	57,18

FONTE: O Autor (2018)

A estimativa de emissões totais de resíduos sólidos aterrado calculada com o *GHG Protocol* no ano de 2017 foi de 252,26 tCO_{2e}.

Como a quantidade de resíduos incinerados é muito baixo a metodologia do *GHG Protocol* não contempla essa estimativa, estas não foram quantificadas neste estudo.

As informações preenchidas na ferramenta de cálculo do *GHG Protocol* para a contabilização das emissões oriundas do tratamento de resíduos podem ser vistas no Apêndice 2. O resultado das estimativas das emissões é demonstrado na Tabela 5.

TABELA 5: Emissões totais de resíduos sólidos em 2017 pela AutoSulflu

Emissões	CH₄ (t/ano)	N₂O (t/ano)	CO₂e (t/ano)	CO₂ biogênico
Aterro	10,09	-	252,26	-
Compostagem	0,87	0,07	41,00	-
Incineração	-	-	-	-
Total	10,96	0,07	293,26	-

FONTE: O Autor (2018)

Dessa forma, a emissão de CO₂ equivalente proveniente dos resíduos sólidos da AutoSulflu no ano-base de 2017 foi de 293,26 toneladas métricas.

É importante destacar que a maior parte das emissões é oriunda dos resíduos enviados para aterro, correspondendo a 86,02% destas.

Sendo assim, a proposta para redução de emissões de GEE priorizou as ações para reduzir o envio de resíduos para aterro.

4.4 PROPOSTA PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GEE

Pinto et al. (2017), desenvolveram um estudo de caso na indústria automobilística General Motors (GM) que implementou um Programa de Zero Aterro na planta de São Caetano do Sul, sendo descrito pelos autores como um projeto aplicável a toda e qualquer empresa ou instituição.

Para a redução das emissões de GEE, propõe-se que a AutoSulflu implemente um Programa de Zero Aterro, com base no estudo de caso citado acima, seguindo as etapas descritas a seguir.

- **Etapa 1 - Mapeamento dos resíduos**

Realizar um levantamento *in loco* dos resíduos gerados e as áreas geradoras de cada processo da empresa para estabelecer o fluxograma dos

resíduos, permitindo a elaboração de uma Matriz contendo informações como: nome do resíduo, classificação, área geradora, forma de acondicionamento, armazenamento externo e destinação final.

- **Etapa 2 – Redução de desperdício e/ou oportunidades**

Com base na etapa 1, identificar as potenciais fontes de desperdícios e/ou oportunidades de redução nos pontos de geração de resíduos.

- **Etapa 3 – Melhoria na segregação**

Nesta etapa deve-se padronizar coletores e etiquetas de identificação como melhoria na segregação de resíduos nos pontos de geração, já que não foi identificada essa padronização na AutoSulflu. Também deve-se analisar e levantar potenciais necessidades de melhorias nos locais de armazenamento temporário e nos fluxos internos de movimentação e transporte para evitar que os resíduos sejam misturados.

Visto o percentual de materiais recicláveis presentes no Lixo Comum da AutoSulflu, apresentados neste estudo, recomenda-se que seja analisada a implantação um processo de triagem na Central de Armazenamento de Resíduos, de forma a maximizar a reciclagem.

- **Etapa 4 – Programa de educação ambiental**

Estabelecer um programa de educação ambiental permanente para engajamento de funcionários e conscientização do descarte correto de resíduos.

- **Etapa 5 – Oportunidade de melhoria na destinação final**

Deve-se analisar oportunidades de reuso ou reciclagem interna; desenvolver novas parcerias ou fortalecer as atuais para encontrar novas formas de destinação final para os diversos materiais presentes no Lixo Comum, como papel higiênico, copos descartáveis, e outros; ou, alterar a destinação de resíduos que não podem ser reciclados para co-processamento.

Vale ressaltar que devido à distância entre a AutoSulflu e empresas cimenteiras, a destinação para co-processamento possui o custo mais elevado por tonelada de resíduo.

Com base nas etapas acima, as ações propostas para envio de zero resíduos para aterro na AutoSulflu são apresentadas no Apêndice 3.

Mesmo que as emissões para GEE por compostagem de resíduos na AutoSulflu sejam menos significativas, também podem ser adotadas ações para a redução como a implantação de um triturador para restos alimentares no refeitório. Observa-se que não foi avaliada neste estudo a disponibilidade de empresas na região que realizem tratamento de resíduos por compostagem aeróbica.

Analisando-se as propostas mencionadas, deve-se ser ressaltar que a implantação de um processo de triagem e de um triturador requer investimentos e aumenta os custos operacionais da empresa.

Desse modo, mediante ao exposto, é possível reduzir as emissões de GEE provenientes de resíduos sólidos na indústria em estudo através da implantação de um Programa de Zero Aterro baseado nas etapas descritas neste estudo. Contudo, a instalação de um triturador de resíduos orgânicos e de processo de triagem devem passar uma análise de viabilidade técnica-financeira.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em face aos resultados do estudo, foi possível verificar que a empresa já possui uma alta taxa de reciclagem de seus resíduos e que a partir da composição gravimétrica dos resíduos aterrados no ano de 2017, a maioria dos resíduos podem ser destinados para reciclagem ou compostagem.

As emissões de gases de efeito estufa provenientes de resíduos sólidos na indústria automobilística em estudo no ano-base de 2017 foram de 293,26tCO₂eq, calculados pelo *GHG Protocol*, sendo que a maior contribuição de emissões de gases de efeito estufa (GEE), são provenientes dos resíduos aterrados quando comparados com os resíduos enviados para compostagem.

No que tange à mitigação de emissões relacionadas à resíduos sólidos, a estratégia mais recomendada é a implantação de um Programa de Zero Aterro, que pode contribuir significativamente para a redução de resíduos e emissões de GEE na AutoSulflu.

Por fim, conclui-se que a destinação de resíduos da empresa em estudo gera gases de efeito estufa (GEE) e contribui com as mudanças climáticas e, assim, recomenda-se o estudo de viabilidade técnica-financeira para a implantação de um triturador de resíduos orgânicos para redução de GEE pelo tratamento por compostagem e a realização anual das estimativas de emissões de GEE dos resíduos sólidos para fins de acompanhamento de suas reduções.

O presente estudo serve também como incentivo para adoção de uma postura pró-ativa no setor industrial.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. V.; FORTES, J. D. N.; MARTINS, E. Neutralização compensatória de carbono - estudo de caso: indústria do setor metal mecânico, Rio de Janeiro (RJ). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 197-205, 2016. Disponível em: < <http://www.eng.uerj.br/producao2/index.php?id=258>>. Acesso em: 06/05/2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Anuário da indústria automobilística brasileira**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuarios.html>>. Acesso em: 16/05/2018.

BRASIL. **Lei nº 12.817**: institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em 12/04/2018.

CAGLIARI, J.; TEIXEIRA, C. E.; DE CONTO, S. M. Minimização e reutilização de resíduos na etapa de preparação de chassi em uma indústria automobilística. **Estudos Tecnológicos**, v. 4, n. 3, p. 188-203, 2008. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/251065612>>. Acesso em: 06/05/2018.

CHEVROLET. **Fábrica da GM em Joinville conquista status de zero resíduo para aterro**. 2014. Disponível em: <<http://www.chevrolet.com.br/noticias/gm-joinville-conquista-status-zero-residuo.html>>. Acesso em: 12/04/2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 313**: Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Brasília, 2002. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 05/05/2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Visão da indústria brasileira sobre a gestão de resíduos sólidos**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006221.pdf>>. Acesso em: 23/04/2018.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Secretaria do Ambiente. **Inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Estado do Rio de Janeiro**: ano base 2015. Rio de Janeiro: Centro Clima / COPPE e Secretaria do Ambiente, 2017. 48p. Resumo técnico. Disponível em: <

<http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=1867698>>. Acesso em: 22/04/2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2017**. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/estimativa_d ou.shtm>. Acesso em: 07/04/2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by Stocker et. al. Cambridge, United Kingdom and New York, Cambridge University Press/IPCC, 2013.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC). **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 4. ed. Brasília, 2017. Disponível em: < <http://sirene.mctic.gov.br> >. Acesso em: 10/05/2018.

NASCIMENTO, G. N. O. **Resíduos Sólidos Industriais**. 2017. 20p. Monografia (Bacharelado em Química) - Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2017. Disponível em: < <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/coqui/TCC/Monografia-TCC-Geizimara.pdf>>. Acesso em: 23/04/2018.

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. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, n. 2, p. 447-460, 2014. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/gp/v21n2/v21n2a16.pdf>. Acesso em: 06/05/2018.

PAIVA, A. D. **O Cluster Automotivo Sul Fluminense: Experiência de Aglomeração Industrial ou Ação Coletiva Empresarial?**. 2016.116p. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016. Disponível em: <<http://ppga.sites.uff.br/wp-content/uploads/sites/117/2017/07/Dissertacao-Alexandre-Duarte-de-Paiva.pdf>>. Acesso em: 07/04/2018.

PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. **O Programa Brasileiro GHG Protocol**. São Paulo, 2017. Disponível em:<<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br>>. Acesso em: 23/04/2018.

PINTO, A. R.; SANCHES, L.; LUCUSI, M.; GIL, T. ZERO ATERRO – GM SÃO CAETANO DO SUL. In: **Prêmio AEA de Meio Ambiente 201**, 11º, 2017, São Paulo. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA), 2017. Disponível em: < <http://www.aea.org.br/premio/downloads/2017/>>. Acesso em: 16/04/2018.

SANTOS, G. C. Zero Resíduos para Aterro Sanitário. In: Prêmio FIESP de Mérito Ambiental, 23º, 2017, São Paulo. **Prêmio FIESP de Mérito Ambiental**. São Paulo: FIESP/CIESP, 2017. Disponível em: <www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=232352>. Acesso em: 03/04/2018.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). **Emissões do Setor de Resíduos Sólidos**: Período 1970 – 2015. Observatório do Clima e ICLEI, 2017. 64p. Documento de Análise. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/analise-de-emissoes-de-gee-no-brasil-1970-2015/>>. Acesso em: 23/04/2018.

SOUZA, K. R. **Desafios ambientais na indústria automobilística**: uma análise do processo de reciclagem e reutilização de materiais. 2010. 86p. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) - Departamento de Economia da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/121432>>. Acesso em: 06/05/2018.

THODE FILHO, S. et al. Um estudo sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos do IFRJ Campus Duque de Caxias, RJ. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, p. 30-35, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/13806/pdf_1>. Acesso em: 25/04/2018.

APÊNDICE 1 - RESULTADO DA PESAGEM DIÁRIA DO LIXO COMUM NOS ESTUDOS AMOSTRAIS REALIZADOS NA AUTOSULFLU EM 2017

ESTUDO 01 – PERÍODO DE 18 A 27 DE JANEIRO DE 2017										
Classificação	Resultado por dia (kg)							Média (kg/dia)	CG (%)	
	18/jan	19/jan	20/jan	23/jan	24/jan	25/jan	26/jan			27/jan
Copo descartável	179,1	126,0	134,5	117,6	153,6	222,8	211,6	143,8	161,1	23,0
Papel de banheiro	223,8	183,8	165,9	176,3	135,2	233,6	239,9	247,1	200,7	28,7
Papel - diversos	99,7	44,7	75,2	62,7	86,3	147,0	40,3	74,3	78,8	11,3
Plástico - diversos	33,4	83,5	72,0	82,0	83,6	209,8	100,2	63,1	90,9	13,0
EPI's - luvas	12,8	5,6	13,8	11,7	12,8	21,0	15,1	4,6	12,2	1,7
Espuma e Isopor	19,2	14,3	17,4	15,0	13,1	24,0	36,1	14,8	19,2	2,7
Lixo de varrição	13,6	6,9	10,0	13,8	9,9	7,7	14,6	1,3	9,7	1,4
Tecido	3,1	3,0	3,9	3,8	3,5	3,6	0,0	13,5	4,3	0,6
Sílica	18,6	14,8	20,5	19,7	13,6	12,7	39,4	0,0	17,4	2,5
Resíduo Orgânico	20,7	8,7	8,9	11,5	9,0	23,8	7,2	21,2	13,9	2,0
Papelão	19,2	13,5	14,3	24,3	33,4	36,5	69,3	18,1	28,6	4,1
Plástico Filme	23,8	15,4	19,6	23,7	9,9	14,8	16,8	32,2	19,5	2,8
Plástico Rígido	10,5	20,5	3,1	8,1	16,1	11,8	23,2	0,3	11,7	1,7
Madeira	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Metal - diversos	16,8	7,7	26,9	11,3	11,5	42,6	20,9	97,6	29,4	4,2
Borracha	0,5	1,0	0,0	1,5	11,8	0,7	0,0	3,6	2,4	0,3
TOTAL	694,8	549,4	586,0	583,7	603,6	1012,4	834,6	735,4	700,0	100,0

Estudo 2 - PERÍODO DE 10 A 21 DE JULHO DE 2017

Classificação	Resultado por dia (kg)										Média (kg/dia)	CG (%)
	10/jul	11/jul	12/jul	13/jul	14/jul	17/jul	18/jul	19/jul	20/jul	21/jul		
Copo descartável	194,0	169,6	140,2	174,8	172,8	187,6	201,1	173,6	164,6	188,5	176,7	22,1
Papel de banheiro	227,1	185,7	214,0	198,3	185,4	232,5	195,7	200,5	246,2	195,9	208,1	26,1
Papel - diversos	110,8	67,2	94,9	83,6	80,1	77,0	70,8	96,0	108,4	75,4	86,4	10,8
Plástico - diversos	43,2	64,3	58,4	80,0	75,8	102,0	75,1	92,7	86,0	90,2	76,8	9,6
EPI's - luvas	21,0	36,8	33,7	54,0	31,1	36,4	12,8	50,2	32,8	18,6	32,7	4,1
Espuma e Isopor	18,6	10,4	17,8	12,6	10,3	18,7	25,1	18,2	22,4	29,7	18,4	2,3
Lixo de varrição	12,5	3,4	7,8	9,7	8,3	11,2	3,1	6,6	4,8	8,3	7,6	1,0
Tecido	4,8	7,6	5,1	8,0	3,2	6,4	7,2	9,5	8,3	4,8	6,5	0,8
Silica	1,2	0,6	0,2	0,1	1,3	0,3	0,7	0,2	0,6	0,2	0,5	0,1
Resíduo Orgânico	18,1	14,8	24,6	15,8	22,4	14,0	19,5	16,3	20,5	15,8	18,2	2,3
Papelão	62,8	54,3	46,2	50,5	42,4	58,6	48,1	52,3	45,8	60,2	52,1	6,5
Plástico Filme	65,0	63,1	56,0	69,2	48,8	65,4	61,0	58,2	74,8	62,4	62,4	7,8
Plástico Rígido	34,8	28,2	25,6	35,0	14,8	20,8	18,5	38,3	24,2	26,0	26,6	3,3
Madeira	0,3	0,1	0,6	1,0	0,5	0,2	0,8	1,2	0,4	0,3	0,5	0,1
Metal - diversos	20,5	33,0	28,2	21,5	14,6	33,8	27,5	16,5	26,1	20,0	24,2	3,0
Borracha	0,9	1,2	1,5	0,9	1,3	1,0	0,7	0,8	1,4	1,1	1,1	0,1
TOTAL	835,6	740,3	754,8	815,0	713,1	865,9	767,7	831,1	867,3	797,4	798,8	100,0

APÊNDICE 2 - INFORMAÇÕES PREENCHIDAS NA FERRAMENTA DE CÁLCULO DO PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL

Resíduos aterrados

Passo 1. Dados do local de disposição final dos resíduos

Estado (UF):
Município:

RJ
Resende

Características climáticas do local de disposição do resíduo

Precipitação anual [mm/ano]:
Temperatura anual média [°C]

≥ 1.000
> 20

Referências: EMBRAPA, 2015; INMET, 2015.

Passo 2. Dados de atividade da organização inventariante

Preencha com a quantidade de resíduos aterrada, para o ano inventariado.

	Anos	2017
Quantidade de resíduos enviados ao aterro no ano	[t/ano]	209,30

Passo 3. Dados da composição do resíduo

Preencha a composição do resíduo gerado pela organização.

Preencha com a porcentagem, de 0 a 100, correspondente a cada tipo de resíduo, em relação ao resíduo total.

Caso a soma da composição não atinja 100%, a diferença será automaticamente atribuída à categoria *Outros*.

A categoria *Outros* representa os resíduos inertes que, em condições anaeróbicas, não geram metano (CH₄) como produto de sua decomposição.

Composição do resíduo	Anos	2017
A - Papéis/papelão	A / Total [%]	37,62%
B - Resíduos têxteis	B / Total [%]	3,13%
C - Resíduos alimentares	C / Total [%]	1,83%
D - Madeira	D / Total [%]	0,04%
E - Resíduos de jardim e parque	E / Total [%]	0,00%
F - Fraldas	F / Total [%]	0,00%
G - Borracha e couro	G / Total [%]	0,20%
Outros materiais inertes	[%]	57,2%
DOC - Carbono Orgânico Degradável no ano	[tC/tMSW]	0,161689

Passo 4. Qualidade da disposição de resíduos [MCF*]

Entre com a classificação do aterro em relação à qualidade do local para onde foram destinados os resíduos em cada ano.

Qualidade do local de disposição dos resíduos	A : se não possui a classificação do aterro	Aterros com classificação desconhecida e que não se encaixe em nenhuma das categorias abaixo.
	B : se aterro com profundidade < 5m	Todos os aterros que não atendem aos critérios dos aterros sanitários e semi-aeróbios, e que possuem profundidade menor que 5 metros.
	C : se aterro com profundidade >= 5m	Todos os aterros que não atendem aos critérios dos aterros sanitário e semi-aeróbio, e que possuem profundidade igual ou maior a 5 m e/ou alto nível do lençol freático (próximo à superfície). Este último critério corresponde ao preenchimento de antigos corpos d'água por resíduos (ex. lagos ou rios vazios).
	D : se aterro sanitário	Devem ter controle do aterramento de resíduo (ex. resíduo destinado especificamente para uma área do aterro, controle de escavação e de chamas), incluindo ao menos um dos seguintes métodos: (i) material de cobertura; (ii) compactação mecânica; ou (iii) nivelamento do resíduo.
	E : se aterro semi-aeróbio manejado	Devem ter controle do aterramento de resíduo e incluir todas as seguintes estruturas para introduzir ar nas camadas de resíduos: (i) material de cobertura permeável; (ii) sistema de drenagem de chorume; (iii) tanque de regulação; e (iv) sistema de ventilação de gases.

Anos	2017
Classificação para cada ano (A, B, C, D ou E)	D
Fator de correção de metano (MCF)	1
Fator de oxidação (OX)	0,1

Concentração do Biogás

Fração de CH ₄ no biogás	
-------------------------------------	--

Entre com o dado, entre 0 e 1. Sendo que 1 corresponde a um biogás com 100% de metano (CH₄). Caso não possua este dado, deixe em branco. Será adotado o *default* do IPCC (2006), que é igual a 0,5.

Passo 5. Recuperação de CH₄

Há a recuperação de metano (CH₄) no aterro onde é depositado o resíduo?

Existe recuperação de metano no aterro em que foram depositados os resíduos?	Não
--	-----

*CH₄ Recuperado - Metano gerado e que é recuperado, ou seja não é emitido, e queimado em um queimador ("flare") ou utilizado para geração de energia (eletricidade, calor, etc).

Esta ferramenta considera, neste caso, que todo o metano gerado ano a ano será recuperado.

Independente da utilização do metano recuperado (queima em flare ou geração de energia) considera-se que o mesmo se transforma em CO₂ biogênico.

Compostagem anaeróbica

Passo 1. Quantidade de resíduo destinado a compostagem (caso não haja compostagem, deixe esta seção em branco)

Preencha a quantidade de resíduo sólido tratada por compostagem.

Massa de resíduo* destinado à compostagem	[t/ano]	216,96
---	---------	--------

* O cálculo das emissões por compostagem é baseado na massa úmida de resíduo.

Passo 2. Outros elementos

Se possuir um fator de emissão de CH₄ e N₂O específico para o resíduo e/ou a região que se localiza o centro de compostagem, preencha os campos dos fatores de emissão abaixo.

Caso não os possua, deixe os campos em branco, será utilizado o *default* sugerido pelo IPCC (2006).

Fator de emissão de CH ₄	[gCH ₄ /kgResíduo]	
Fator de emissão de N ₂ O	[gN ₂ O/kgResíduo]	

Passo 3. Recuperação de CH₄

Se houver, preencha a quantidade de CH₄ recuperada** do tratamento por compostagem, para o ano do inventário.

Quantidade de CH ₄ recuperada do tratamento por compostagem	[tCH ₄ /ano]	
--	-------------------------	--

**CH₄ Recuperado - Metano gerado que é recuperado, ou seja não é emitido, e queimado em um queimador ("flare") ou utilizado para geração de energia (eletricidade, calor, etc). Independentemente da utilização do metano recuperado (queima em flare ou geração de energia) considera-se que o mesmo se transforma em CO₂ biogênico.

Tabela 2. Emissões totais de resíduos tratados por compostagem no ano inventariado

Emissões de CH ₄ por compostagem	[tCH ₄ /ano]	0,87
Emissões de N ₂ O por compostagem	[tN ₂ O/ano]	0,07
Emissões em tCO ₂ e por compostagem	[tCO ₂ e/ano]	41,00
Emissões de CO ₂ biogênico	[tCO ₂ /ano]	-

Emissões totais do tratamento de resíduos sólidos

Tabela 4. Emissões totais de resíduos sólidos de Escopo 1

Emissões totais em CO ₂ equivalente (toneladas métricas)	293,26
Emissões totais de CO ₂ biogênico (toneladas métricas)	-

¹ - Methane Correction Factor - Fator de correção do metano. (IPCC, 2006)

² - Nas emissões de CO₂ biogênico, são consideradas as emissões de CO₂ provenientes da queima de CH₄ em flares em aterros. Além disso, também são contabilizadas as emissões de CO₂ por compostagem anaeróbica.

APÊNDICE 3 - AÇÕES PROPOSTAS PARA ENVIO DE ZERO RESÍDUOS PARA ATERRO

Materiais presentes no Lixo Comum	Ações Propostas
Copo descartável	Adoção de coletores específicos para copos e envio para reciclagem Educação ambiental para segregação adequada no local de geração
Papel de banheiro	Adoção de coletores específicos para papéis toalhas usados e envio para reciclagem. Envio dos papéis higiênicos utilizados para co-processamento
Papel - diversos	Educação ambiental para segregação adequada no local de geração Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para reciclagem
Plástico - diversos	Educação ambiental para segregação adequada no local de geração Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para reciclagem
EPI's - luvas	Adoção de devolução no Almoarifado e envio para co-processamento.
Espuma e Isopor	Educação ambiental para segregação adequada no local de geração Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para reciclagem
Lixo de varrição	Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para co-processamento
Tecido	Buscar novos parceiros para envio para reciclagem ou envio para co-processamento
Silica	Estudar o uso interno em manutenção predial Buscar novos parceiros para envio para reciclagem ou envio para co-processamento
Resíduo Orgânico (Refeitório e Lixo Comum)	Educação ambiental para minimização de desperdícios (redução de geração) Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para compostagem
Papelão	Educação ambiental para segregação adequada no local de geração Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para reciclagem
Plástico Filme	Educação ambiental para segregação adequada no local de geração Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para reciclagem
Plástico Rígido	Educação ambiental para segregação adequada no local de geração Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para reciclagem
Madeira	Educação ambiental para segregação adequada no local de geração Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para reciclagem
Metal - diversos	Educação ambiental para segregação adequada no local de geração Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para reciclagem
Borracha	Triagem na Central de Armazenamento de Resíduos e envio para reciclagem ou co-processamento