



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS E LEVANTAMENTO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO
ESTUFA GERADOS NO AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES

AMANDA FORTUNATO GENTA

BELO HORIZONTE

2018

AMANDA FORTUNATO GENTA

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
E LEVANTAMENTO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA GERADOS
NO AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Centro Federal de
Educação Tecnológica de Minas Gerais
como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Ambiental e
Sanitarista.

Orientadora: Prof^a. DSc. Gisele Vidal Vimieiro
Coorientador: Prof. DSc. Daniel Brianezi

BELO HORIZONTE
2018

GENTA, Amanda Fortunato.

S---

Avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos e levantamento das emissões de gases de efeito estufa gerados no Aeroporto Internacional Tancredo Neves/ Amanda Fortunato Genta, - Registro: 2018.

95f; --cm.

Orientadora: Prof. Dr^a. Gisele Vidal Vimieiro
Co-orientador: Prof. Dr. Daniel Brianezi

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) –
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2018

1. Gerenciamento Resíduos Sólidos. 2. Aeroporto Internacional Tancredo Neves. 3. Gases de Efeito Estufa I. Genta, Amanda Fortunato. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos e levantamento das emissões de gases de efeito estufa gerados no Aeroporto Internacional Tancredo Neves.

CDD --- ---

AMANDA FORTUNATO GENTA

**AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS E LEVANTAMENTO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA
GERADOS NO AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Centro Federal de Educação Tecnológica
de Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro Ambiental
e Sanitarista.

Data de aprovação: 30 / 11 / 18

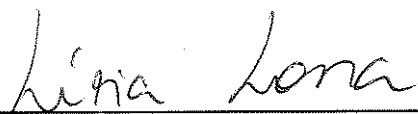
Banca examinadora:



Gisele Vidal Vinjeiro – Presidente da Banca Examinadora
Prof^ª. DSc. – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Daniel Brianezi
Prof. DSc. – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Livia Cristina Oliveira Lana
Prof^ª MSc. – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Ricardo Gomes Passos
DSc. – Comissão Nacional de Energia Nuclear/Centro de Desenvolvimento da
Tecnologia Nuclear

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a DEUS, pelas oportunidades concedidas, por me fortalecer diante de minhas inseguranças e fraquezas.

Aos meus pais Adriano e Adriane e ao meu irmão Augusto que sempre se fizeram presentes durante minha jornada acadêmica. Agradeço pelo amor incondicional e pelo incentivo de sempre buscar o melhor de mim, por me proporcionarem tantas oportunidades de crescimento e me apoiarem integralmente nesta trajetória.

À professora Gisele Vidal Vimieiro por me orientar neste trabalho desafiador, de forma solícita e atenciosa aos meus questionamentos e pela confiança em mim depositada para a execução deste trabalho. Agradeço também ao professor Daniel Brianezi por me coorientar, colaborando com apontamentos importantes para o sucesso deste trabalho.

Agradeço ao CEFET, que me apresentou amigos incríveis, responsáveis por tornar o dia a dia acadêmico mais agradável e, muitas vezes, divertido, e aos tantos outros espaços que já pertenci, que me trouxeram os amigos de vida que, com sua paciência infinita, estiveram sempre por perto e entenderam todas as minhas ausências por conta de provas, trabalhos ou cansaço excessivo.

RESUMO

GENTA, Amanda Fortunato, *Avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos e levantamento das emissões de gases de efeito estufa gerados no Aeroporto Internacional Tancredo Neves*. 2018. 95f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

Este trabalho foi motivado pela lacuna atualmente existente na literatura a respeito de informações sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos em aeroportos e sua relação com a emissão de gases de efeito estufa.

O presente trabalho apresenta uma avaliação dos resíduos sólidos gerados no principal aeroporto da Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, o Aeroporto Internacional Tancredo Neves. Além disso, considerando que a geração de resíduos pode estar intimamente relacionada à emissão de gases de efeito estufa e cujos efeitos desses gases no meio ambiente. Utilizou-se a metodologia do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas para realizar a estimativa de gases gerados no aeroporto. Por fim, foi estimada a quantidade, em t/CO₂ equivalente/tRSU, de emissões evitadas de gases a partir da reciclagem realizada no aeroporto. Em seguida foram propostas alternativas para ampliar o programa de coleta seletiva e reciclagem já realizada como forma de auxiliar na neutralização desses gases. Ademais, foi feita uma análise a respeito da adequação do gerenciamento dos resíduos do aeroporto em relação à legislação vigente. Com o crescimento no movimento de passageiros houve um aumento na geração de resíduos, nesse sentido, o gerenciamento dos resíduos do AITN precisa ser melhorado, principalmente no que diz respeito ao índice de resíduos que são destinados aos aterros sanitários, uma vez que pode contribuir para a emissão de gases de efeito estufa. Porém, foi visto que o aeroporto cumpre com as legislações vigentes a respeito do gerenciamento dos resíduos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Aeroporto Internacional Tancredo Neves. Gases de efeito estufa. Neutralização.

ABSTRACT

GENTA, Amanda Fortunato, *Evaluation of solid waste management and survey of greenhouse gas emissions generated at Tancredo Neves International Airport*. 2018. 95p. Monography (Undergraduate in Environmental and Sanitary Engineering) – Department of Ciência Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

This work was motivated by the current gap in the literature regarding information on the management of solid waste at airports and its relation with the emission of greenhouse gases.

This paper presents an evaluation of the solid waste generated at the main airport of the Metropolitan Region of Belo Horizonte - Minas Gerais, the Tancredo Neves International Airport. Besides that, it is known that the generation of waste can be closely related to the emission of greenhouse gases and the effects of these gases on the environment are known. The methodology of the Intergovernmental Panel on Climate Change was used to estimate the gases generated at the airport. In addition, the estimated amount of t/CO₂ equivalent/tRSU of avoided gas emissions from airport recycling was estimated. Then alternatives were proposed to expand the program of selective collection and recycling already performed as a way to assist in the neutralization of these gases. Besides that, an analysis was made regarding the adequacy of airport waste management in relation to current legislation. With the growth in the movement of passengers there has been an increase in waste generation, in this way, waste management in the AITN needs to be improved, especially with regard to the waste index that is destined for landfills, since it can contribute to the emission of greenhouse gases. However, it was seen that the airport complies with the current legislation on waste management.

Keywords: Solid Waste. Tancredo Neves International Airport. Greenhouse gases. Neutralization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins).

Figura 2 – Infraestrutura do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins).

Figura 3 – Progressão do número de passageiros do Aeroporto Internacional Tancredo Neves

Figura 4 – Composição gravimétrica dos resíduos do AITN por grupo.

Figura 5 – Composição gravimétrica média dos resíduos gerados no AITN (% em peso) em 2011.

Figura 6 – Quantidade de Resíduos Recicláveis (em kg) no AITN no período compreendido entre agosto de 2014 e abril de 2018.

Figura 7 – Porcentagem de materiais reciclados no AITN entre agosto de 2014 e abril de 2018.

Figura 8 – Composição gravimétrica dos resíduos no AITN (% em peso) em 2003.

Figura 9 – Gráfico de decaimento do CH₄ em um cenário de 10 anos.

Figura 10 - Gráfico de decaimento do CO₂ em um cenário de 10 anos.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aeroportos de maior movimento do Brasil em 2016.

Tabela 2 – Dados *default* do IPCC (2006) para Fator de Correção do Metano.

Tabela 3 – Dados *default* do IPCC (2006) de acordo com o clima da região de estudo.

Tabela 4 – Dados *default* do IPCC (2006) de k.

Tabela 5 – Frações dos resíduos utilizados no cálculo do Carbono Orgânico Degradável

Tabela 6 – Fluxo de passageiros no AITN e Pampulha entre 1997 e 2001.

Tabela 7 - Fluxo de passageiros no AITN entre 2005 e 2018.

Tabela 8 – Quantidade de resíduos gerados de Jun/2017 a Mai/2018 no AITN por grupos.

Tabela 9 – Comparação da geração de resíduos recicláveis e não recicláveis – entre junho de 2017 e maio de 2018.

Tabela 10 – Quantidade (em kg) de materiais recicláveis no AITN no período entre junho de 2017 e maio de 2018.

Tabela 11 – Geração *per capita* de resíduos no AITN.

Tabela 12 – Emissões evitadas de CO₂ equivalente e CH₄ por meio da reciclagem/reaproveitamento.

Tabela 13 – Tratamento e Disposição dos resíduos gerados no AITN durante junho de 2017 e maio de 2018, por grupo e de acordo com o tipo de resíduo.

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira as Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

AITN – Aeroporto Internacional Tancredo Neves

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ASCAMARE – Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Lagoa Santa

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COP - Conferência das Partes

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais

F – Fração do Metano no Biogás

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

GEE – Gases de Efeito Estufa

INFRAERO - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

IOF – Imprensa Oficial

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

ISSO – Organização Internacional de Normalização

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NDC – Contribuição Nacionalmente Determinada

NBR – Norma Brasileira

ONG – Organização não Governamental

PERS – Política Estadual de Resíduos Sólidos

PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa

TECA – Terminal de Carga

TPS – Terminal de Passageiros

WRI – *World Resources Institute*

SUMÁRIO

1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	13
2. MOTIVAÇÃO	15
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 Objetivo Geral	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4. ESTADO DA ARTE E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
4.1 Resíduos Sólidos	18
4.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos	19
4.1.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a PNRS	19
4.1.1.2 Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a NBR 10.004/2004	19
4.1.2 Legislações Aplicadas aos Resíduos Sólidos.....	20
4.1.3 Gerenciamento dos resíduos sólidos.....	21
4.1.3.1 Acondicionamento	21
4.1.3.2 Coleta e Transporte	23
4.1.3.3 Estação de Transferência e Transbordo.....	24
4.1.3.4 Tratamento e Disposição Final	25
4.2 Resíduos Sólidos de Serviços de Transportes.....	27
4.2.1 Aeroportos	27
4.2.2 Resíduos Sólidos Aeroportuários	30
4.2.3 Levantamento da Legislação Aplicada aos Resíduos Sólidos Aeroportuários.....	31
4.3 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos em Aeroportos.....	33
4.3.1 Tratamentos e Disposição Final aplicáveis aos Resíduos Sólidos Aeroportuários.....	33
4.3.1.1 Coleta Seletiva e Reciclagem.....	34
4.3.1.2 Compostagem	34
4.3.1.3 Incineração	36
4.3.1.4 Autoclavagem.....	36
4.3.1.5 Coprocessamento.....	37
4.3.1.6 Rerrefino.....	38
4.3.1.7 Aterros Sanitários	38
4.4 Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Alguns Aeroportos	40
4.4.1 Aeroporto de Congonhas - SP.....	40
4.4.2 Aeroporto de Londrina - PR.....	41
4.4.3 Aeroportos Internacionais.....	42
4.5 Gases de Efeito Estufa	42
4.5.1 Gases de Efeito Estufa e os Resíduos Sólidos.....	43
4.6 Iniciativas para a redução das emissões de GEE	43
4.6.1 Inventário de Gases de Efeito Estufa	46
4.6.1.1 GHG Protocol	46
4.6.1.2 NBR ISO 14.064-1/2007.....	48
4.6.1.3 Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC.....	48
5. METODOLOGIA	50
5.1 Localização do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins) ..	50

5.2	Características do Aeroporto Internacional Tancredo Neves	51
5.3	Identificação das Principais Fontes Geradoras	52
5.4	Identificação do Fluxo de Passageiros.....	52
5.5	Caracterização Quantitativa e Qualitativa	53
5.6	Quantificação das Emissões de GEE	53
5.6.1	Fração DOC Dissolvida (DOC_f), Fator de Correção do Metano (MCF) e Fração do Metano no Biogás (F)	56
5.6.2	Constante de geração de metano (k) e Fator de Oxidação (OX).....	56
5.6.3	Carbono Orgânico Degradável ($DOC_{(x)}$)	58
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	59
6.1	Infraestrutura Existente	59
6.2	Movimentação de Passageiros	60
6.3	Principais Fontes Geradoras dos Resíduos Sólidos	63
6.4	Resíduos Gerados no Aeroporto de Internacional Tancredo Neves ..	64
6.5	Composição Gravimétrica	66
6.5.1	Geração per capita	71
6.6	Estimativa das emissões de GEE pela disposição de RSU	72
6.6.1	Fração DOC Dissolvida (DOC_f), Fator de Correção do Metano (MCF) e Fração do Metano no Biogás (F).....	72
6.6.2	Constante de geração de metano (k) e Fator de Oxidação (OX).....	72
6.6.3	Carbono Orgânico Degradável ($DOC_{(x)}$)	73
6.7	Quantidade de CH_4 emitida.....	73
6.8	Emissão evitada de GEE a partir dos resíduos recicláveis	75
6.9	Avaliação e propostas de melhoria para o gerenciamento e manejo dos resíduos realizados no AITN	77
7.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	80
	REFERÊNCIAS.....	82

1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O aumento do desenvolvimento industrial que acompanha o atual modelo econômico tem se associado ao aumento da quantidade de resíduos sólidos produzidos, principalmente nos centros urbanos. O elevado consumo proporcionado, dentre outras coisas, pelo avanço da ciência e tecnologia, desenvolvimento de novos hábitos e melhoria do nível socioeconômico, tem ampliado consideravelmente a geração dos resíduos (PRADO FILHO E SOBREIRA, 2007).

De acordo com Sissino e Moreira (1996), os resíduos sólidos tem sido alvo de preocupação nas grandes cidades no que concerne ao aumento da poluição e dos impactos socioambientais resultantes de uma disposição inadequada. Se esses resíduos não receberem uma destinação final correta, podem ocasionar problemas atrelados à proliferação de vetores de doenças, geração de maus odores, poluição do solo e águas, dentre outros impactos negativos.

Tendo em vista o relatório do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2016), em 2014, apenas 58,4% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) coletados tiveram uma destinação final adequada. Os outros 41,6% representam, aproximadamente, 30 milhões de toneladas de RSU que foram levados para lixões ou aterros controlados, os quais não possuem sistemas para evitar a contaminação do meio ambiente, ou seja, são considerados locais de disposição final incorreta.

Segundo Gouveia (2012), além dos impactos de efeitos imediatos de âmbito ambiental e socioeconômico, há estudos que investigam que a maneira como são dispostos os resíduos sólidos pode interferir significativamente nas mudanças ocorridas no clima. Tal fato pode ser explicado pela decomposição anaeróbica da matéria orgânica presente nos RSU, que produz grandes quantidades de gases de efeito estufa (GEE), principalmente o metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2). No que tange a ocorrência e as possíveis consequências desses impactos, foram promulgadas normas e legislações que visam melhorar as questões relativas à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no país e também no estado de Minas Gerais, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) Lei nº 18.031/2009, que instituem a obrigatoriedade do

gerenciamento dos diversos tipos de resíduos sólidos, incluindo a destinação adequada dos mesmos.

É preciso considerar, ainda, que concomitantemente ao aumento da geração dos resíduos pela população, tem-se também, a produção de resíduos industriais, de serviços de saúde, portos e aeroportos e provenientes de outras atividades (HISATUGO e MARÇAL JÚNIOR, 2007). Nesse aspecto, Kunz et al. (2015) afirmam que as atividades e os serviços de portos e aeroportos, possibilitam um aumento dos fluxos de pessoas, e a crescente utilização desses transportes, tem aumentado de maneira considerável geração de resíduos sólidos.

2. MOTIVAÇÃO

Os aeroportos podem ser comparados a pequenas cidades, inclusive de países desenvolvidos (BLÁZQUEZ, 2002). Segundo Palhares (2001), os aeroportos se enquadram nesta perspectiva, uma vez que fazem parte da composição das economias local e regional, além de contribuírem para o desenvolvimento socioeconômico na região. É nesse sentido que esses empreendimentos podem ser comparados às pequenas cidades, uma vez que se fazem presentes as companhias aéreas, aeronaves, tripulação e passageiros. Além disso, os aeroportos precisam dispor de uma boa infraestrutura, como comércios, centros médicos, hotéis, sistemas de distribuição de água, coleta e/ou tratamento de esgotos, coleta de resíduos sólidos, entre outros serviços (SCHNEIDER, 2004). Dessa forma, essa atividade pode apresentar uma ampla listagem de aspectos ambientais, especialmente uma considerável geração de resíduos sólidos (KUNZ et al., 2015)

As concentrações populacionais aeroportuárias dependem do porte do aeroporto, bem como do crescimento da movimentação aérea. Assim, tendo em vista esse aumento no número de passageiros, a geração de resíduos tende também a crescer significativamente.

É notório então que, embora a queima de combustíveis fósseis seja a principal fonte de gases de efeito estufa (GEE) em uma perspectiva global, os resíduos sólidos, por sua vez, também possuem papel de destaque nesse cenário, tendo em vista que contribuem para a emissão desses gases (GOUVEIA, 2012). Assim, de acordo com Pinho (2009), o controle eficiente dessas emissões, no âmbito dos resíduos sólidos gerados, representa um novo padrão de gestão dentro das corporações. O gerenciamento dos GEE inicia-se quando se tem um conhecimento do quanto uma determinada empresa emite, e isso é realizado por meio dos inventários de emissões de GEE, que fornecem informações acerca dos resíduos sólidos gerados, para que, dessa forma, sejam tomadas ações que fomentem a redução dessas emissões (HALL e LEE, 2008).

Nesse contexto, os impactos causados pela geração dos resíduos sólidos em aeroportos podem interferir tanto na própria comunidade aeroportuária, como na população em seu entorno. Por isso, a reflexão e avaliação sobre o impacto da gestão adequada dos resíduos sólidos nesses empreendimentos desempenham um

papel importante no planejamento e no plano de expansão dos mesmos (GOUVEIA, 2012). Um inventário de emissões permite, nesse sentido, identificar a evolução dos esforços envolvidos para um melhor gerenciamento dos resíduos, uma vez que permite quantificar e contabilizar as fontes das emissões a serem reduzidas (WRI, 2010).

Assim, é de grande importância a criação de mecanismos de não geração, redução, reutilização e reciclagem, bem como tratamento e disposição final dos resíduos gerados em aeroportos. Apesar da relevância e atualidade da temática, principalmente no que diz respeito à emissão de gases de efeito estufa, ressalta-se que números ou estimativas referentes aos resíduos sólidos em terminais de transporte e aeroportos são escassos (SCHNEIDER, 2004). Por isso, a falta de informações relacionadas às características dos resíduos sólidos e seu gerenciamento em aeroportos, aliado à especificidade do assunto, podem gerar dificuldades para o controle e regularização dos problemas decorrentes à geração em grande escala dos resíduos sólidos nessas localidades.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o gerenciamento dos resíduos sólidos e as consequentes emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) gerados no Aeroporto Internacional Tancredo Neves na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento das legislações e normas que se aplicam e norteiam a área de gerenciamento de resíduos sólidos, em especial, nos aeroportos;
- Realizar um levantamento de dados secundários sobre a composição gravimétrica e as quantidades de resíduos gerados no aeroporto, para a estimar a emissão de GEE em termos de metano e dióxido de carbono;
- Verificar a adequação dos procedimentos de gestão e manejo dos resíduos atualmente empregados no aeroporto com aqueles preconizados pelas legislações e normas pertinentes;
- Propor melhorias na gestão dos resíduos sólidos, além de formas de gerenciar e mitigar as emissões de GEE no aeroporto.
- Realizar o diagnóstico situacional do aeroporto.

4. ESTADO DA ARTE E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Resíduos Sólidos

De acordo com a Norma Brasileira (NBR) 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos sólidos são definidos como “aqueles derivados das atividades que possuem origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. Além disso, estão incluídos pela norma, os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, lodos gerados em instalações e equipamentos de controle de poluição e determinados líquidos, que em razão de suas particularidades, não podem ser lançados na rede pública de esgotos ou nos corpos hídricos.

Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010 p. 2) define resíduos sólidos como:

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 técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, p. 2).

Diante das atividades humanas das quais resultam os resíduos sólidos, discute-se que o aumento do volume desses materiais é devido, principalmente, ao crescimento populacional aliado à forte industrialização e urbanização (BIDONE e POVINELLI, 1999). É importante, então, através de uma gestão integrada, buscar soluções para os resíduos sólidos, que objetivem a redução, reutilização, reciclagem e disposição final adequada.

Nesse sentido, serão tratados nos itens posteriores, alguns aspectos, classificações, conceitos e informações relevantes a respeito dos resíduos sólidos para que se possa compreender melhor seu gerenciamento aplicado às atividades aeroportuárias.

4.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos

4.1.1.1 *Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a PNRS*

A classificação dos resíduos sólidos, de acordo com a PNRS (BRASIL, 2010), dependerá tanto da origem quanto da caracterização. Dessa forma, os resíduos sólidos urbanos (RSU) podem ser de origem domiciliar, ou seja, originários das atividades domésticas nas residências urbanas, mas também originários da limpeza urbana, caracterizados pela varrição, limpeza de logradouros e vias públicas ou outros serviços e os provenientes dos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços.

Além dos resíduos sólidos de origem urbana, é possível encontrar na referida legislação, outros tipos, como os resíduos públicos de saneamento básico, os resíduos industriais, os provenientes de serviços de saúde, os agrossilvopastoris, que são aqueles gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, os resíduos da construção civil, os de mineração e os resíduos de serviços de transportes, que são originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.

A PNRS também os caracteriza quanto à periculosidade, sendo que os resíduos não perigosos não possuem características que possam causar risco à saúde humana e prejudicar a qualidade do meio ambiente, ao contrário dos resíduos perigosos, que são aqueles que possuem características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, e por isso são potenciais geradores de impactos negativos.

4.1.1.2 *Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a NBR 10.004/2004*

A classificação dos resíduos, de acordo a Norma Brasileira (NBR)10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características. Dessa forma, a classificação é feita considerando os seguintes aspectos:

a) Resíduos Classe I – Perigosos: São aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, resíduos que, em função de suas propriedades físicas,

químicas ou infectocontagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando mortalidade ou incidência de doenças e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Tal periculosidade envolve características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;

b) Resíduos Classe II – Não perigosos;

b.1) Resíduos Classe II A – Não perigosos não inertes: São aqueles que podem apresentar propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e

b.2) Resíduos Classe II B – Não perigosos inertes: São aqueles resíduos que, amostrados de forma representativa e quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

4.1.2 Legislações Aplicadas aos Resíduos Sólidos

A legislação ambiental brasileira é composta por uma variedade de leis, decretos e instrumentos jurídicos que visam à prevenção e a repressão de atos danosos ao meio ambiente. No que tange à problemática dos resíduos sólidos, algumas leis ganham destaque, como a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A PNRS, de acordo com Rauber (2011), resultou de uma discussão entre o governo, instituições privadas, organizações não governamentais e sociedade civil para o estabelecimento de diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos. A lei estabelece, dessa forma, obrigação do gerenciamento adequado dos resíduos e define a gestão integrada como sendo um “conjunto de ações com objetivo de buscar soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010).

É definido, ainda, pela Política que os estados e os municípios estabeleçam seus próprios planos de gestão denominados Planos Estaduais de Resíduos Sólidos

(PERS) e Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), respectivamente.

No âmbito do estado de Minas Gerais, a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), definida pela Lei nº 18.031/2009, contempla a coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos, dentre outras disposições (MINAS GERAIS, 2009).

Uma norma que está intimamente relacionada à gestão dos resíduos sólidos é a ABNT NBR 10.004/2004, que trata da definição e classificação dos resíduos, e apresenta algumas normas correlatas, como a NBR 10.005/2004, que fixa os requisitos exigíveis para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados pela ABNT NBR 10.004 como classe I – perigosos - e classe II – não perigosos, a NBR 10.006/2004, que dispõe sobre os requisitos exigíveis para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados na ABNT NBR 10.004 como classe II A - não inertes – e classe II B – inertes e a NBR 10.007/2004, que institui normas para amostragem de resíduos sólidos.

Outra lei que está ligada à gestão dos resíduos sólidos é a Lei nº 11.445/2007, a qual instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico. A importância desta lei está ligada ao fato de que o saneamento básico inclui as atividades de manejo dos resíduos sólidos. Dessa forma, contempla atividades de infraestrutura e gerenciamento (BRASIL, 2007).

4.1.3 Gerenciamento dos resíduos sólidos

A PNRS define o gerenciamento dos resíduos como todas as operações que envolvam os resíduos, como coleta, transporte, tratamento e disposição final que seja ambientalmente adequada.

4.1.3.1 *Acondicionamento*

O acondicionamento é a etapa inicial do processo do gerenciamento dos resíduos, que consiste em preparar os resíduos para a coleta de forma sanitariamente adequada e compatível com o tipo, a quantidade e o tipo e a frequência de coleta. A Resolução CONAMA nº 275/2001 estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de

coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Essa resolução é muito importante, uma vez que considera a necessidade de reduzir o crescente impacto ambiental associado à produção excessiva de resíduos, e por atestar que a reciclagem deve ser incentivada, facilitada e expandida no país, como uma medida para reduzir a exploração de outras matérias primas para a fabricação de novos produtos.

Existem, na legislação brasileira, algumas normas que tratam sobre o acondicionamento e/ou armazenamento dos resíduos sólidos. A seguir, são citadas as principais normas pertinentes ao acondicionamento/armazenamento, estão dispostas a seguir.

- ABNT, NBR nº 11.174/1990, que trata do armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III – inertes. Esta norma fixa as situações que são exigidas para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos. A versão em vigor, NBR 10.004/2004, classifica os resíduos não perigosos em classe IIA, não perigosos não inertes e classe IIB, não perigosos inertes.

- ABNT, NBR nº 12.235/1992, que dispõe sobre o armazenamento de resíduos sólidos perigosos. O objetivo principal desta norma é proteger a saúde pública e o meio ambiente ao assegurar as conformidades de armazenamento dos resíduos perigosos.

- ABNT, NBR nº 9190/1993, que trata dos sacos plásticos para acondicionamento de lixo, a respeito das classificações.

- ABNT, NBR nº 13.853-1/2018, que dispõe sobre os coletores para resíduos de serviços de saúde perfurocortantes ou cortantes, fixando requisitos e métodos de ensaio.

- ABNT, NBR 9191/2008, que trata dos sacos plásticos para acondicionamento de lixo, com relação aos requisitos e métodos de ensaio e especificações.

- ABNT, NBR nº 12.809/2013, que estabelece diretrizes para o manuseio de resíduos de serviço de saúde. Esta norma é importante uma vez que visa garantir condições de higiene e segurança no gerenciamento interno dos resíduos de serviços de saúde, devido a seus riscos biológicos e químicos.

4.1.3.2 *Coleta e Transporte*

Os sistemas de coleta e transportes dos resíduos sólidos variam de acordo com a infraestrutura urbana na localidade onde serão implementados. De acordo com Cunha e Caixeta Filho (2002), a coleta engloba os processos desde a partida do veículo da garagem, até o seu retorno ao ponto de partida, compreendendo, dessa forma, todo o percurso para remoção dos resíduos nos locais onde estão acondicionados.

Os autores definem, ainda, que esse processo pode ser classificado em sistema de coleta de resíduos contaminados e resíduos não contaminados. Para os resíduos não contaminados, o procedimento pode ser realizado de acordo com uma metodologia convencional ou seletiva, que consiste no fato de que os resíduos recicláveis são encaminhados para locais de tratamento e/ou recuperação. É importante destacar que a escolha do veículo para a coleta e o transporte deve obedecer às características do resíduo, como peso e forma, a quantidade de resíduo, o custo relativo aos equipamentos, a características das vias do percurso, realizar um planejamento através de rotas previamente estabelecidas, dentre outros procedimentos que devem ser adotados, que estão dispostos nas normas e regulamentações vigentes que serão descritas a seguir.

A Resolução CONAMA nº 235/1998 é a mais recente que trata do controle do movimento transfronteiriço de resíduos. Ela altera o anexo 10 (dez) da Resolução CONAMA nº 23/1996, que foi complementada pela Resolução CONAMA nº 228/1997. Essa resolução dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito. Os objetivos principais dessa resolução é controlar, e em certos casos, proibir a entrada de alguns resíduos no país, principalmente aqueles que são considerados perigosos, para que se possa proteger a saúde humana e o meio ambiente dos efeitos adversos resultantes desses movimentos.

Além dessa resolução, existem normas adequadas que viabilizam a coleta e o transporte dos resíduos de maneira segura e compatível com o que está sendo transportado. As principais estão descritas abaixo.

- ABNT, NBR nº 12.810/2016 que dispõe sobre a coleta de resíduos de serviços de saúde, objetivando, principalmente, as condições de higiene e segurança.
- ABNT, NBR nº 7.500/2001 que trata dos símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais. Essa norma preconiza informações acerca dos símbolos convencionais que são indicadores de riscos e quais são os cuidados a tomar em seu manuseio, transporte e armazenagem.
- ABNT, NBR 13.221/2003, que estabelece os procedimentos para transportes terrestre de resíduos.
- ABNT, NBR 13.463/1995, que estabelece a classificação da coleta dos resíduos sólidos. Esta norma classifica, ainda, a coleta regular, seletiva e especial. As coletas regulares são aquelas executadas em intervalos determinados, dentre elas a domiciliar, comercial, praias, varrição e feiras. A coleta especial é a coleta do resíduo que não é recolhido pela coleta regular, devido às suas características específicas, produtos perigosos/com risco à saúde pública ou reciclados por empresas especializadas, como entulhos, poda de árvores, animais mortos, móveis, resíduos industriais, baterias e pilhas, dentre outros. Já a coleta seletiva é aquela remove os resíduos previamente separados pelo gerador, tais como: papéis, latas, vidros e outros.

4.1.3.3 Estação de Transferência e Transbordo

As chamadas estações de transferência ou transbordo são os locais onde os veículos coletores descarregam a carga dentro de outros veículos que tenham uma maior capacidade, para que sejam, posteriormente, encaminhadas ao destino final. O objetivo principal desse estágio do processo de gerenciamento é reduzir o tempo gasto de transporte e os custos com o deslocamento dos veículos até o ponto final do percurso de disposição dos resíduos (MANSUR E MONTEIRO, 2001).

Ainda segundo os autores, esta etapa é empregada, geralmente, quando as áreas disponíveis para tratamento e disposição final são afastadas dos locais de coleta. Em outras situações, as estações de transferência e transbordo são dispensadas.

4.1.3.4 *Tratamento e Disposição Final*

O tratamento dos resíduos sólidos consiste na utilização de técnicas cujo objetivo é promover a reciclagem de alguns de seus constituintes, como a transformação da matéria orgânica em composto, e também na utilização de tecnologias de tratamentos térmicos, visando melhores resultados econômicos, sanitários e/ou ambientais. Segundo Gouveia (2012), o manejo correto dos resíduos sólidos é uma importante estratégia na promoção da preservação ambiental em conjunto com a promoção da saúde pública. Ao considerar, principalmente, os resíduos perigosos, o tratamento torna-se um fator fundamental, uma vez que minimiza os riscos de contaminação biológica, química, ou de outra natureza nos indivíduos teriam contato com esses resíduos, bem como reduzem adversidades ambientais como a contaminação do solo, água e ar. O tratamento não pode ser considerado como disposição final, uma vez que, após o processo de tratamento do resíduo, pode haver a presença de um remanescente inaproveitável, que será necessário dispor em um local adequado (GOUVEIA, 2012).

De acordo com a PNRS (BRASIL, 2010), a disposição final dos resíduos é a etapa de 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. Nesse aspecto, algumas legislações referentes ao tratamento e disposição final dos resíduos no Brasil existem para possibilitar uma maior fiscalização da implantação e operação dos locais utilizados para essas finalidades, bem como da tecnologia utilizada. A Resolução CONAMA nº 002/1991 dispõe sobre o tratamento a ser dado às cargas deterioradas, contaminadas ou fora de especificações.

Destaca-se, ainda, a Resolução CONAMA nº 316/2002, que foi alterada em seu artigo 18 pela Resolução CONAMA nº 386/2006, que trata sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. A resolução supracitada tem sua importância no que tange as considerações de que os resíduos provenientes dos tratamentos térmicos, como a incineração, são fontes potenciais de risco ambiental e emissão de poluentes perigosos, e devido à sua periculosidade, podem constituir condições adversas ao meio ambiente e à saúde.

A Resolução CONAMA nº 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, altera

a Resolução nº 005/1993, uma vez que passa a abranger todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal. Os resíduos de serviços de saúde, devido à sua complexidade, possuem uma Resolução RDC nº 222/2018 da ANVISA que regulamenta as boas práticas de gerenciamento desse tipo de resíduo. Nela estão contidas as disposições sobre o gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde de cada grupo, bem como as etapas de manejo, incluindo etapas desde a segregação dos resíduos até sua disposição final.

Além destas, é importante mencionar a Resolução CONAMA nº 416/2009, que trata da prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Essa resolução objetiva disciplinar o gerenciamento dos pneus inservíveis e assegurar que esse passivo seja destinado o mais próximo possível de seu local de geração, de forma ambientalmente adequada e segura.

Cita-se também, a Resolução CONAMA nº 307/2002 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para o gerenciamento dos resíduos da construção civil. Essa resolução foi alterada pela Resolução CONAMA nº 348/2004 que incluiu o amianto na classe de resíduos perigosos, pela Resolução CONAMA nº 431/2011 que estabeleceu uma nova classificação para o gesso, que antes fazia parte da Classe D e após essa resolução, passou a pertencer a Classe C, juntamente com o plástico, papel, papelão, vidro e madeira.

Para os resíduos que apresentam em sua composição metais pesados como cádmio, chumbo e mercúrio, por exemplo, pilhas e baterias, ressalta-se a Resolução CONAMA nº 401/2008 que estabelece o limite máximo para esses materiais, incluindo o gerenciamento ambientalmente adequado.

Existem, ainda, normas que também tratam das etapas de tratamento e disposição final, conforme se segue.

- ABNT, NBR 11.175/1990, que dispõe sobre a incineração de resíduos sólidos perigosos, tendo em vista as condições exigíveis de desempenho do equipamento.
- ABNT, NBR 8419/1992, que realiza uma apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.
- ABNT, NBR 13.896/1997, que dispõe sobre os critérios para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos.

- ABNT, NBR 15.849/2010, que estabelece diretrizes para localização, projeto, implementação, operação e encerramento de aterros sanitários de pequeno porte para resíduos sólidos urbanos.

No âmbito do estado de Minas Gerais, a Deliberação Normativa COPAM nº 52/2001 convocou os municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de resíduos sólidos e deu outras providências. Posteriormente, a Deliberação Normativa COPAM nº 118/2008 alterou os artigos 2º, 3º e 4º, e estabeleceu novas diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, e dá outras providências. É preciso destacar, ainda, a Política Estadual de Resíduos Sólidos, Lei nº 18.031/2009, que define, dentre outras coisas, normas e diretrizes para o gerenciamento dos resíduos no estado de Minas Gerais.

4.2 Resíduos Sólidos de Serviços de Transportes

De acordo com a PNRS, Lei nº 12.305/2010, os resíduos de serviços de transportes são aqueles originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira. Para o presente trabalho, serão explorados os resíduos sólidos originados nos aeroportos.

4.2.1 Aeroportos

A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) é uma empresa pública de personalidade jurídica de direito privado, vinculada ao Ministério da Defesa, cuja principal finalidade é implantar, administrar, operar e explorar a infraestrutura aeroportuária, prestar consultoria e assessoria em sua área de atuação e na construção de aeroportos e, além disso, atuar em atividades atribuídas pelo Ministério da Defesa. Desde o último levantamento, realizado em 2016, a INFRAERO é responsável pela administração de 60 aeroportos, 68 Estações Prestadoras de Serviços e Telecomunicações e de Tráfego Aéreo (EPTAs) e 24 Terminais de Logística de Carga (Tecas) (INFRAERO, 2016).

A análise e aprovação dos Planos Diretores dos Aeroportos e a regulação das atividades exercidas pela INFRAERO são realizadas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), que é uma autarquia vinculada à Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República (VENTURA 2012). Dentro dessa perspectiva, de

acordo com Palhares (2001), o aeroporto é definido como uma estrutura urbana constituída por serviços e atividades, cujo objetivo principal é realizar o transporte de passageiros e de carga via aérea.

Os aeroportos administrados pela INFRAERO, em 2016, contabilizaram 1,5 milhão de pousos e decolagens, com mais de 104 milhões de passageiros transportados e foram processadas cerca de 104 mil toneladas nos Terminais de Logística de Carga (INFRAERO, 2016). A partir dessas informações, a Tabela 1, apresentado a seguir, demonstra os aeroportos de maior movimento do Brasil no ano de 2016.

Na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) existem, atualmente em operação, três aeroportos, o Aeroporto Carlos Prates, o Aeroporto Carlos Drummond de Andrade (Pampulha) e o Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins), sendo esse último o objeto de estudo deste trabalho.

De acordo com as informações prestadas pela BH Airport, o AITN começou a ser construído na década de 1980 pelo Consórcio Andrade Gutierrez-Mendes Júnior. Em 10 de julho de 1982, o primeiro voo comercial, da extinta companhia aérea Vasp, pousa em Confins proveniente de São Paulo; já em 5 de março de 1983, o Aeroporto recebe seu primeiro voo internacional, originário de Roma.

Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2005), em 2002, o Aeroporto Internacional Tancredo Neves (AITN), localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte, era apenas o 25º no ranking de número de passageiros transportados no País e, no final do primeiro semestre de 2005, passou a ocupar a 11ª posição, apresentando um crescimento médio anual de 71% no período 2002-2005. Em 2007, o AITN ultrapassa a movimentação de 2 milhões de passageiros (BH AIRPORT 2018).

Tabela 1 – Aeroportos de maior movimento do Brasil em 2016

	Aeroportos	Passageiros (Unid.) – 2016	Cidade
1	Aeroporto Internacional de São Paulo-Guarulhos	36.596.326	São Paulo / Guarulhos
2	Aeroporto de São Paulo-Congonhas	20.816.957	São Paulo
3	Aeroporto Internacional Juscelino Kubitschek	17.947.153	Brasília
4	Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim-Galeão	16.103.011	Rio de Janeiro
5	Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins)	9.638.798	Belo Horizonte / Confins
6	Aeroporto Internacional de Viracopos	9.325.252	Campinas
7	Aeroporto Santos Dumont	9.065.905	Rio de Janeiro
8	Aeroporto Internacional Salgado Filho	7.648.743	Porto Alegre
9	Aeroporto Internacional Dep. Luís Eduardo Magalhães	7.526.358	Salvador
10	Aeroporto Internacional dos Guararapes	6.811.676	Recife

Fonte: Adaptado de INFRAERO (2016)

Segundo dados da Imprensa Oficial de Minas Gerais (IOF, 2009), o movimento de passageiros no AITN cresceu 1.200% entre os anos de 2004 e 2009. Tal crescimento pode ser explicado pela transferência de todos os voos nacionais, sem escala no interior do Estado, do Aeroporto da Pampulha para Confins, a partir de 2005.

Em novembro de 2013, o Governo Federal realizou o leilão dos aeroportos do Galeão (Rio de Janeiro) e de Confins. O AITN foi arrematado pelo consórcio AeroBrasil, composto pelas empresas CCR, Zurich Airport International AG e Munich Airport International Beteiligungs GMBH. No entanto, a INFRAERO é acionista nas duas concessões, apresentando 49% do capital social de cada uma e compartilhando da governança dos aeroportos, podendo ter poder de decisão nos temas de maior relevância (INFRAERO, 2014).

Em 2016, a BH Airport finalizou as obras de seu principal projeto de curto prazo, o Terminal de Passageiros 2, que se integrou ao Terminal principal e dobrou a capacidade do Aeroporto para 22 milhões de passageiros por ano (INFRAERO, 2018).

4.2.2 Resíduos Sólidos Aeroportuários

Os resíduos sólidos de serviços de transporte, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), incluem os que são originários de aeroportos. Segundo Hatem (2003), os resíduos sólidos provenientes dos aeroportos são aqueles gerados pelos usuários ou dentro da área de um aeroporto.

De acordo com *Federal Aviation Association* (FAA) (2013, apud COENTRO e DEMAMBORO, 2017), os resíduos de aeroportos são gerados a partir de algumas práticas, como o resíduo sólido urbano, que é constituído por embalagens, restos de alimentos, garrafas, papéis em geral, dentre outros. Também o resíduo de construção e demolição, que pode ser caracterizado por atividades de demolições, tubulações, paredes realizadas no empreendimento, considerados não perigosos. Ainda, os chamados resíduos verdes, que são aqueles oriundos de corte de arbustos, gramas, varrição e outros serviços de jardinagem e paisagismo do local.

Além desses, o autor destaca os resíduos de voos, que é um tipo específico de resíduo removido da aeronave depois dos voos. De acordo com o autor, os resíduos gerados em maior parte são papéis, alimentos, e materiais não recicláveis. Os resíduos de atividades de limpeza consistem nos materiais gerados durante a limpeza ou na reparação de alguma contaminação do aeroporto. Estão presentes, ainda, os resíduos perigosos, que na maioria das vezes são presentes na indústria da aviação como solventes, combustíveis, óleos, dentre outros. É preciso considerar também, os resíduos classificados como infectantes, que são aqueles que possuem

a presença de agentes biológicos, caracterizados pela sua virulência, patogenicidade ou concentração. Esses grupos de resíduos gerados nos aeroportos serão classificados posteriormente.

Dentro dessa perspectiva, os aeroportos são localidades que apresentam diversos tipos de resíduos, tendo em vista sua origem e característica, uma vez que a geração de resíduos está relacionada com as atividades que são desenvolvidas nesses empreendimentos. Dessa forma, está previsto como parte do processo de licenciamento de um aeroporto, a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, com o objetivo de minimizar os impactos causados pelo volume e diversidade de resíduos ali gerados.

4.2.3 Levantamento da Legislação Aplicada aos Resíduos Sólidos Aeroportuários

No que concerne aos resíduos sólidos provenientes de aeroportos, existem legislações e normas que delinham e auxiliam na gestão e no gerenciamento. Em certos casos, esses resíduos são tratados como foco das normatizações e regulamentações, porém em outros casos, eles são abordados de maneira geral, quando fazem parte do universo dos resíduos sólidos gerados em centros urbanos, se enquadrando na legislação anteriormente levantada aplicada aos resíduos sólidos (HATEM, 2003).

A Resolução CONAMA nº 006/1991 dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos. Essa lei desobriga a incineração ou outro tratamento que envolva a queima dos resíduos nessas localidades supracitadas, exceto em localidades em que estejam previstos em leis. Nesse caso, os estados e municípios que optarem pela incineração, deverão estabelecer normas para tratamento especial, transporte, acondicionamento e disposição final. A Associação Brasileira de Normas Técnicas estabelece uma norma específica, a NBR 8843/1996, que trata do gerenciamento dos resíduos sólidos dos aeroportos.

Além dessas, é possível citar as resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que abordam as questões pertinentes aos resíduos aeroportuários. A primeira é a Resolução RDC nº 217/2001, que regulamenta as atividades de vigilância sanitária nos portos e aeroportos de controle sanitário instalados no território nacional. Posteriormente, é prevista a Resolução RDC

351/2002, que define como de risco sanitário as áreas endêmicas e epidêmicas de cólera, e as regiões de circulação do patógeno. Essa resolução foi alterada pela RDC nº 202/2005, em seus artigos 3º e 4º, que estabelecem, respectivamente, a atualização dos países e dos estados e municípios brasileiros como reconhecidos como áreas de risco. A RDC nº 002/2003 estabelece o regulamento técnico para fiscalização e controle sanitário em aeroportos e aeronaves, instituindo, ainda, o conceito de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, para normatizar os procedimentos operacionais de gerenciamento dos resíduos.

No que diz respeito ao regulamento técnico de boas práticas sanitárias no gerenciamento de resíduos sólidos nas áreas de portos, aeroportos, passagens de fronteiras e recintos alfandegários, existe a RDC nº 56/2008, que dentre suas disposições, classifica os resíduos quanto à periculosidade, conforme disposto a seguir.

a) Resíduos do GRUPO A: de um modo geral, são aqueles que apresentam risco potencial à saúde e ao meio ambiente, devido à presença de agentes biológicos patogênicos. Nesse grupo, estão incluídos os resíduos gerados por viajantes ou animais a bordo que apresentem anormalidades clínicas e por óbito de pessoas ou animais ocorridos a bordo. Incluem ainda, os resíduos gerados pelos serviços de atendimentos médicos humano e animal, por procedimento de limpeza e desinfecção de sanitários e superfícies expostas a fluidos, secreções e excreções orgânicas de humanos e animais, bem como em cargas suspeitas de contaminação, sangue e hemoderivados, meios de cultura, dentre outros.

b) Resíduos do GRUPO B: são aqueles resíduos que contém substâncias químicas que possivelmente apresentam riscos à saúde e ao meio ambiente. São enquadrados nesse grupo os resíduos oriundos de áreas de manobras, industriais, manutenção, depósito de combustíveis. Além disso, compreende também, os resíduos provenientes de insumos farmacêuticos, drogarias e distribuidores de medicamentos apreendidos, resíduos saneantes, desinfetantes e reagentes de laboratório, dentre outros.

c) Resíduos do GRUPO C: pertencem a esse grupo, os resíduos provenientes de equipamentos utilizados em segurança e que utilizem material radioativo, porém não é aplicável aos aeroportos.

d) Resíduos do GRUPO D: destacam-se nesse grupo os resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radioativo ao meio ambiente ou à saúde, podendo ser comparado aos resíduos domiciliares, como papel de uso sanitário, sobras de alimentos, resíduos das áreas administrativas, de varrição e de outros grupos que sofreram algum tipo de tratamento adequado.

e) Resíduos do GRUPO E: representados pelos resíduos perfurocortantes ou escarificantes.

Essa resolução trata, ainda, do acondicionamento dos resíduos, sendo a forma correta aquela que não permite a contaminação cruzada com os demais resíduos sólidos. Informa, ainda, que os resíduos devem ser acondicionados em sacos de cor branca leitosa, impermeáveis, e que o material seja resistente à ruptura e vazamento, respeitando os limites de peso estabelecido. Além disso, para os outros tipos de recipientes existentes, a Resolução define que devem ser impermeáveis, de material lavável, dotados de tampas íntegras, resistentes à punctura, ruptura e vazamento de resíduos contidos no seu interior, respeitando a sua capacidade.

4.3 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos em Aeroportos

4.3.1 Tratamentos e Disposição Final aplicáveis aos Resíduos Sólidos Aeroportuários

Hatem (2003) afirma que os resíduos sólidos que são produzidos nos aeroportos se assemelham em alguns aspectos aos resíduos sólidos urbanos. Dessa forma, possibilitam que o tratamento e destinação final tenham soluções semelhantes aos resíduos convencionais. Para os resíduos aeroportuários perigosos, no que diz respeito aos aspectos biológicos, as soluções mais adequadas para tratamento e disposição final são aquelas aplicadas aos resíduos de serviços de saúde e aos resíduos perigosos, que possuem substâncias químicas e podem afetar o meio ambiente e a saúde.

4.3.1.1 Coleta Seletiva e Reciclagem

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) define coleta seletiva como a coleta de resíduos sólidos previamente separados, de acordo com sua constituição e composição. A segregação dos resíduos sólidos urbanos tem como objetivo principal a reciclagem de seus componentes. Essa técnica consiste em um processo de transformação dos resíduos, resultantes de alterações em suas propriedades físicas, físico-químicas e biológicas para a geração de novos produtos ou insumos.

A reciclagem, no entanto, não é considerada uma técnica de disposição final para os resíduos, mas sim um procedimento que é capaz de reinserir a matéria prima no ciclo produtivo. A reciclagem, nesse aspecto, deve ser fomentada por ser capaz de proporcionar a minimização dos resíduos encaminhados para disposição final, gerar o aumento da flexibilidade desses locais de disposição, por exemplo, os aterros sanitários, economia de energia e recursos naturais, dentre outras vantagens observadas (HATEM; RUSSO 2003).

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012), dos RSU coletados no Brasil, 31,9% são recicláveis como, plásticos, vidros, papel, papelão, aço, alumínio e metal. Portanto, o potencial de reciclagem dos resíduos brasileiros é significativo. No entanto, na perspectiva de Libânio (2002), diante da inexistência de tecnologias viáveis, pelo despreparo das autoridades responsáveis, ou ainda, pela necessidade de uma mobilização social, a prática de reciclagem torna-se difícil de ser difundida.

4.3.1.2 Compostagem

A compostagem é um processo aeróbio controlado de decomposição do material orgânico, no qual, diversos microrganismos são responsáveis por transformações bioquímicas e humificação na massa de resíduos, tendo como produto final o composto orgânico (RUSSO, 2003). O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012) afirma que 51,4% dos resíduos sólidos urbanos no Brasil é matéria orgânica.

Dessa forma, se dispostos incorretamente, esses materiais podem causar potenciais impactos negativos, uma vez que, locais como os vazadouros ou aterros controlados não possuem mecanismos para o controle do odor, liberação do biogás,

além de não apresentarem tecnologias de impermeabilização e contenção dos lixiviados gerados. Por outro lado, se dispostos nos aterros sanitários, esse aterramento pode ocasionar a diminuição de vida útil dessas unidades, além de gerar custos com manutenção e operação das frentes de operação dos aterros. Diante disso, a compostagem é uma alternativa para reduzir o volume de resíduos orgânicos aterrados e evitar a destinação incorreta desses materiais.

Libânio (2002) afirma que a compostagem é um processo interessante devido à relativa simplicidade operacional. Porém, devem ser levadas em conta outras questões, como a necessidade fundamental de separação da fração orgânica putrescível, como restos de alimentos, podas de árvores, dentre outros, dos demais constituintes dos resíduos sólidos urbanos. Para tal, faz-se necessário o envolvimento da população e implementação de uma efetiva coleta seletiva pelo poder público, além de uma infraestrutura para a transformação desses materiais.

Os aeroportos, no entanto, são potenciais geradores de matéria orgânica, que pode ser encontrada nos restaurantes e lanchonetes dos terminais de passageiros, além da poda e da jardinagem das áreas próximas à pista (HATEM, 2003). Por ser um empreendimento que possui uma escala menor que uma cidade, essa alternativa de tratamento poderia ser viabilizada.

O processo de compostagem, segundo Barreira (2005), acontece com a degradação da matéria orgânica pela ação dos microrganismos. Tal procedimento é precedido por uma elevação na temperatura entre 40°C e 60°C do início ao fim dessa primeira fase, para que possa ocorrer a eliminação dos organismos patogênicos, sendo essa etapa conhecida como degradação ativa. Na fase seguinte, a temperatura é reduzida, estabelecendo-se entre 20°C e 35°C. Essa etapa compreende a continuidade do processo de decomposição e também a formação de ácidos húmicos, conhecida como maturação ou humificação (FUNASA, 2009). O processo de compostagem pode durar de 90 a 120 dias para completar as duas fases, sendo essa variação devido à dependência de uma série de fatores que comprometem o processo, como os próprios microrganismos, a temperatura, pH, umidade, granulometria, aeração da massa de resíduos e a relação de proporção entre carbono e nitrogênio.

4.3.1.3 Incineração

O processo de incineração, de acordo com Libânio (2002), pode ser entendido como uma queima controlada dos resíduos sólidos ou semissólidos. Tal processo é mais amplamente difundido nos países desenvolvidos, devido, principalmente, à indisponibilidade de áreas de aterramento. No Brasil, são mais comumente utilizados para o tratamento de resíduos de serviços de saúde e certos resíduos perigosos.

O princípio de funcionamento de um incinerador consiste em dois estágios. No primeiro estágio, os resíduos são queimados na câmara primária, em uma temperatura suficientemente elevada, entre 500°C e 900°C, para que algumas substâncias se transformem em gases e outras assumam a forma de partículas. O controle da temperatura é feito para evitar a volatilização de metais pesados que possam existir na massa de resíduos (MORGADO e FERREIRA, 2012). Ainda segundo os autores, os gases gerados são encaminhados para a câmara secundária, onde são queimados a uma temperatura mais elevada, variando entre 750°C e 1250°C, para que ocorra a combustão completa. O tempo de permanência dos resíduos nas câmaras corresponde a aproximadamente 30 minutos na primeira câmara e de 2 a 3 segundos na segunda.

Os principais benefícios encontrados na incineração são a redução do volume dos resíduos, a destruição de substâncias tóxicas, além de organismos patogênicos, e a possibilidade do aproveitamento energético oriundo do processo de queima. Do ponto de vista dos aeroportos, essas instalações apresentam grandes quantidades de material combustível, como papeis e plásticos, que poderiam ser utilizados nos incineradores, reduzindo os custos. Por outro lado, as desvantagens incluem o custo elevado, que está relacionado tanto ao investimento inicial, quanto de operação, à dificuldade de operação e de manutenção e à exigência de mão de obra qualificada para operação e supervisão dos incineradores (SHINOTSUKA e NAKAGAWA, 2014; HATEM, 2003).

4.3.1.4 Autoclavagem

De acordo com Schneider et al. (2000), a esterilização é uma técnica utilizada para destruir completamente todas as formas de vida microbiana, cujo objetivo principal é evitar infecções e contaminações, devido ao uso, principalmente, de

artigos para prestação de serviços de saúde. A esterilização utilizando a autoclave normalmente opera a uma temperatura de aproximadamente 150°C, gerando vapor e pressão a vácuo durante certo tempo, geralmente, entre 15 a 30 minutos.

O princípio do processo é o acondicionamento dos resíduos potencialmente infecciosos em sacos plásticos destinados a esse fim, onde inicia-se o processo de esterilização. Hatem (2003) afirma que essa técnica pode ser utilizada para o tratamento dos resíduos sólidos aeroportuários, principalmente os resíduos infectantes, uma vez que esses resíduos, quando submetidos à autoclavagem, são transformados em resíduos comuns, podendo ser aterrados logo após o tratamento. O autor destaca, ainda, que a autoclavagem se trata de um processo intermediário, entre a incineração e o aterramento, uma vez que prepara os resíduos considerados biologicamente perigosos para serem dispostos como resíduos comuns em aterros, não dispensando a utilização destes como disposição final para os resíduos sólidos.

4.3.1.5 Coprocessamento

De acordo com Rocha e Lins (2011), o coprocessamento é uma técnica que envolve a integração de dois processos, a queima de resíduos e a posterior fabricação de produtos que precisam de elevadas temperaturas durante alguma etapa de sua produção. Geralmente, o coprocessamento ocorre na indústria de cimento, que para sua fabricação, são demandados elevados volumes de combustíveis.

A utilização de resíduos industriais como combustível complementar aos convencionais e aos resíduos de origem vegetal proporcionou às indústrias, principalmente cimenteiras, uma alternativa à utilização de outros combustíveis. Como vantagens desse processo é possível vislumbrar a redução de custos para essas empresas que utilizam os resíduos como matéria prima de seu processo industrial, além da redução da quantidade de resíduos que estariam sendo dispostos no aterro sanitário. Por outro lado, a utilização desses combustíveis alternativos possui limitações como as relacionadas ao volume de combustível não convencional que alimenta o forno, e limitações ligadas à segurança ambiental, devido ao controle de poluentes emitidos com a queima dos resíduos.

4.3.1.6 *Rerrefino*

A Resolução CONAMA nº 362/2005 define o rerrefino como sendo

Uma categoria de processos industriais de remoção de contaminantes, produtos de degradação e aditivos dos óleos lubrificantes usados ou contaminados, conferindo aos mesmos, características de óleos básicos.

É importante destacar que no processo de rerrefino, a logística reversa é fundamental para a coleta e o envio do óleo lubrificante usado e contaminado. Além disso, estudos mostraram a importância do setor de rerrefino para o setor econômico do país, já que esse processo diminuiria o alto índice de importação do óleo básico mineral, principal matéria-prima do óleo lubrificante, além de reduzir o descarte incorreto desses materiais, podendo causar a contaminação do solo e/ou dos recursos hídricos (TRISTÃO et al., 2005).

4.3.1.7 *Aterros Sanitários*

De acordo com NBR 8.419/1996 da ABNT, aterro sanitário é definido como:

Uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo que não causa danos à saúde e à segurança pública. Utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra minimizando os impactos ambientais.

O aterro sanitário é considerado a técnica mais adequada para disposição final dos resíduos sólidos, uma vez que apresentam uma melhor infraestrutura para o controle da poluição, já que dispõe de drenos para a coleta de gases e líquidos lixiviados, além da impermeabilização da base. Nesse sentido, essa técnica possui meios para proteger o meio ambiente e a saúde pública dos impactos gerados pela disposição de resíduos (LIBÂNIO, 2002). Em se tratando de uma técnica adequada para a disposição final dos resíduos, como já citado anteriormente, a NBR 13.896/1997 estabelece critérios para implantação e operação de aterros sanitários para resíduos não perigosos, e alguns desses critérios serão discutidos a seguir.

Em um primeiro momento, é preciso considerar a seleção da área de implantação do projeto, para que dessa forma, seja possível reduzir os impactos negativos, proporcionar a aceitação da população, além de estar de acordo com o plano de zoneamento do município. De acordo com a referida norma, para a escolha da localização da área, são exigidos que o terreno tenha uma declividade de 1% a

30%, recomenda-se, ainda, um coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 metros.

Para que não haja interferência nas águas superficiais e subterrâneas, é proposta uma distância mínima de 200 metros de qualquer curso d'água e 500 metros de núcleos populacionais. Outras recomendações também são feitas, como a disponibilidade de acessos e o tamanho disponível considerando uma vida útil do aterro de no mínimo dez anos. No âmbito do estado de Minas Gerais, as legislações que estabelecem os requisitos mínimos para a seleção de área de construção de aterro sanitário são as Deliberações Normativas COPAM nº 52/2001 e 118/2008.

De acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2006), deve ser realizado o isolamento, a sinalização da área para acesso ao aterro, além de advertência de locais de risco. Além disso, estão previstos sistemas de impermeabilização, drenagem e tratamento do líquido percolado, para evitar a contaminação do solo e das águas subterrâneas. Acima da impermeabilização, devem ser instalados os sistemas de drenagem para a coleta do líquido percolado do aterro, de modo que sejam tratados corretamente, e o sistema de gases, que possa promover a coleta e tratamento dos gases emitidos, de forma a evitar a dispersão e causar a poluição atmosférica.

Ainda segundo a FEAM (2006), os resíduos devem ser descarregados pelos veículos em “pilhas” e espalhados para serem compactados com o auxílio de tratores de esteira. Ao fim de cada jornada de trabalho, os resíduos compactados devem receber uma camada de terra, espalhada em movimentos ascendentes. A cobertura final procede-se com uma camada de argila compactada e, posteriormente, com o plantio de gramíneas para protegê-los contra a erosão. Deve haver um sistema de monitoramento durante e após a operação do aterro sanitário, para o acompanhamento e controle ambiental do empreendimento, das águas subterrâneas e superficiais, do chorume, o monitoramento geotécnico do maciço de resíduos. E, por último, deve existir um plano de fechamento e utilização futura da área, considerando a data para início das atividades de encerramento e usos programados após o seu fechamento.

Em qualquer sistema de gerenciamento de resíduos sólidos aeroportuários está presente a opção de destinação aos aterros sanitários, pois é a única alternativa capaz de assimilar grande parte dos resíduos gerados ou seus

subprodutos. No entanto, de acordo com a Resolução CONAMA nº 4/1995, não é permitido que um aeroporto possua um aterro sanitário dentro ou próximo de suas instalações, uma vez que, se houver alguma falha na cobertura da massa de resíduos, pode favorecer a atração de aves, como urubus e outros pássaros, colocando em risco as aeronaves (HATEM, 2003).

4.4 Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Alguns Aeroportos

O setor de resíduos sólidos originados pelos terminas aeroportuários, no Brasil, teve um suporte da legislação mais efetivo a partir da década de 1990, em que foi observado um impacto maior das normas e diretrizes. No entanto, apenas nos anos 2000, a INFRAERO regulamentou a elaboração de Planos de Gerenciamentos de Resíduos Sólidos para os aeroportos (HATEM, 2003).

Dessa forma, é fundamental conhecer como é feito o gerenciamento dos resíduos sólidos em alguns aeroportos, destacando-se as alternativas que tiveram resultados positivos, que possam ser aplicadas em aeroportos que possuam deficiências em alguma etapa do processo.

4.4.1 Aeroporto de Congonhas - SP

O Aeroporto de Congonhas fica localizado na região central da cidade de São Paulo. Foi inaugurado oficialmente em 1936, figurando como o terceiro aeroporto do mundo em volume de carga aérea. Apenas em 1981 passou a ser administrado pela INFRAERO (INFRAERO, 2010).

De acordo com Medau (2011), atualmente Congonhas é um dos aeroportos mais movimentados do Brasil e, de acordo com estudos realizados, a demanda de Congonhas cresce 5,6% ao ano. A INFRAERO contabilizou um crescimento de 9,55% na movimentação de passageiros no Aeroporto de Congonhas nos quatro primeiros meses de 2017, se comparado com o mesmo período do ano anterior. Ao todo, sete milhões de viajantes utilizaram o terminal paulistano de janeiro a abril daquele ano.

A partir dos estudos de Coentro e Demamboro (2017), nos anos de 2014 e 2015, houve uma redução da quantidade total de resíduos por passageiro em Congonhas, mesmo com o crescimento do número de passageiros. Em 2014, foram contabilizados 18.134.768 passageiros, sendo a quantidade de resíduos de 0,0836

kg/passageiro. Em contrapartida, 2015 apresentou 19.279.644 passageiros, gerando 0,0787 kg/passageiro de resíduos. De acordo com os autores, houve um aumento significativo dos resíduos Classe D destinados à reciclagem. Constataram, ainda, após análise, que houve um crescimento no percentual de resíduos reciclados, passando de 3% em 2014, para 22% em 2015.

Foi percebido pelos autores a adoção de algumas práticas, como a integração entre a equipe gestora e a área de meio ambiente do aeroporto. Além disso, foram promovidas, no Terminal de Passageiro, ações voltadas à reciclagem, como a disponibilização de sacos específicos e coleta seletiva individual, além de coletores espalhados nas áreas públicas. Diante disso, verificou-se que no aeroporto de Congonhas, o volume de resíduos que se dirigiria a aterro sanitário foi reduzido, por meio da intensificação das ações de gestão nos setores de segregação, além da integração entre as áreas do aeroporto, o que mostra a tendência a uma gestão compartilhada.

4.4.2 Aeroporto de Londrina - PR

O Aeroporto de Londrina, denominado Governador José Richa, é o terceiro maior do estado do Paraná. No que tange os resíduos sólidos, a Superintendência da INFRAERO (2018), em parceria com o Campus da Universidade de Londrina, implementou o processo de tratamento de resíduos sólidos orgânicos.

Atualmente, no Aeroporto de Londrina, são gerados 1500 L/semana de resíduos, dos quais cerca de 600 a 700 L/semana são de material orgânico. Assim, a destinação dos resíduos seria diminuída pela metade, fazendo com que os custos para essa destinação também sejam reduzidos.

Com a implementação do tratamento de materiais orgânicos através da compostagem, o programa objetiva o fortalecimento da Coleta Seletiva Solidária, a correta separação dos resíduos nas fontes geradoras, a conscientização ambiental (para as concessionárias e passageiros) e a redução da destinação de resíduos orgânicos aos aterros sanitários.

4.4.3 Aeroportos Internacionais

Upham (2005) buscou realizar uma análise que objetiva apresentar como é o gerenciamento dos resíduos nos aeroportos, verificando algumas práticas internacionais.

- **Aeroporto de Los Angeles, Estados Unidos (geração alternativa de energia):** Destina, a cada ano, cerca de 8 toneladas de resíduos orgânicos proveniente de alimentos para produção de gás metano, que se transforma em eletricidade.
- **Aeroporto de Stansted, Reino Unido (reciclagem):** Em 2003, começou a realizar a compostagem da grama cortada das áreas aeroportuárias, deixando-a maturar por 5 semanas e utilizando-a como fertilizante.

4.5 Gases de Efeito Estufa

A intensificação da emissão de poluentes percebida durante as últimas décadas, aliada à pressão sobre os recursos ambientais estão, de certa forma, ligados ao padrão de consumo adotado no modelo econômico atual. Dentro dessa perspectiva, destaca-se uma preocupação que vem ganhando forma nas comunidades científicas, no que tange os efeitos globais das emissões dos gases e efeito estufa (GEE) na atmosfera. (ROQUE; HOGEM; RODRIGUES, 2016).

De acordo com Braga et al. (2005), o efeito estufa é o nome dado ao fenômeno responsável por manter a temperatura média no planeta próximo de 15°C. A atmosfera terrestre é constituída por diversos gases que permitem a passagem da radiação e que tem a função de absorver parte desse calor. A explicação dada por Macêdo et al. (2004), é que quanto maior a concentração dos gases presentes na atmosfera que absorvem calor, maior o aprisionamento de calor, gerando dessa forma, uma temperatura mais elevada.

Dentro dessa temática, surgiram debates acerca dos efeitos dos GEE sobre o aumento da temperatura média global. Para Braga et al. (2005), as previsões são as mais variadas, porém muitos fenômenos ainda não foram totalmente compreendidos, necessitando de mais estudos para que as incertezas sejam comprovadas.

Os gases de efeito estufa são aqueles ditos constituintes próprios da atmosfera, sejam eles naturais ou antrópicos. Dentre esses gases, destacam-se o dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, ozônio, clorofluorcarbonos, hidrofluorcarbonos, dentre outros (BRAGA et al., 2005).

4.5.1 Gases de Efeito Estufa e os Resíduos Sólidos

Diversas atividades humanas são capazes de produzir gases de efeito estufa e, dentre elas, é possível destacar a queima dos combustíveis fósseis, uma das principais fontes de emissão de CO₂ do planeta (IPCC, 2006) e os resíduos sólidos, uma vez que é observado o crescimento da geração desses materiais, causado pelo elevado consumo. As maiores fontes de emissão de GEE dos resíduos sólidos são oriundas, principalmente, da decomposição anaeróbia dos compostos orgânicos, que por sua vez, produzem o gás metano (HENRIQUES, 2004).

Ainda segundo Henriques (2004), é preciso considerar alguns processos, como a extração e processamento da matéria prima, a manufatura dos produtos, o uso pelos consumidores e a disposição final dos resíduos. Dessa forma, devem haver decisões acerca da administração dos resíduos para que seja possível reduzir a emissão desses gases, destacando, assim, uma gestão adequada desses como principal ferramenta de redução dos GEE.

4.6 Iniciativas para a redução das emissões de GEE

O avanço do conhecimento científico no que tange à emissão dos gases de efeito estufa e seus efeitos permitiu redefinir o quadro mundial, com tratados e acordos firmados na tentativa de promover a redução dos GEE. Dessa forma, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, adotada durante a Conferência Rio-92, teve como objetivo principal alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. No entanto, a Convenção não deixa claro quais os meios para que se possa atingir este objetivo. Diante disso, a primeira legislação internacional restritiva relacionada às emissões de GEE foi o Protocolo de Quioto, adotado em dezembro de 1997, entrando em vigor em 2005.

Esse tratado estabeleceu metas de redução para a emissão de gases de efeito estufa, além de mecanismos que dariam suporte para o atendimento a essas metas. Durante o primeiro compromisso, que se deu entre 2008 e 2012, 37 países

industrializados e a Comunidade Europeia comprometeram-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em uma média de 5,2% em relação aos níveis do ano-base de 1990. No segundo período de compromisso, as partes se comprometeram a reduzir as emissões de GEE em pelo menos 18% abaixo dos níveis de 1990, no período compreendido entre 2013-2020 (MOREIRA E GIOMETTI, 2008; PINHO, 2009).

O Protocolo de Quioto atua mediante três mecanismos, sendo eles a Implementação Conjunta, o Comércio de Emissões e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). A Implementação Conjunta, prevista no artigo 6º do Protocolo de Quioto, diz respeito apenas aos países desenvolvidos e ocorre quando dois ou mais deles implementem projetos que propõem reduzir a emissão de GEE, para que seja realizada sua comercialização posteriormente. O Comércio de Emissões, previsto no artigo 17º do Protocolo, existe quando um país do Anexo I já reduziu a emissão de GEE além da sua meta. Dessa forma, ele pode comercializar o excedente com outros países do Anexo I que não as tenham atingido. Já o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), incorporado no artigo 12º do Protocolo, é o único mecanismo que possibilita a participação dos países em desenvolvimento no tratado. Dessa forma, o MDL permite que os países não constantes no Anexo I, possam vender para países desenvolvidos os créditos de projetos que estejam contribuindo para a redução de emissões de carbono (MARCHEZI E AMARAL, 2008).

De acordo com Brianezi (2012), o Brasil, país não-Anexo I ao Protocolo de Quioto, até o fim do primeiro compromisso findado em 2012, não possuía metas de redução de emissão de gases de efeito estufa. O comprometimento do Brasil no que concerne à redução dos GEE ocorreu na 15ª Conferência das Partes (COP-15), ocorrida em Copenhague em 2009.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018) em 2015 houve a 21ª Conferência das Partes cujo objetivo principal de fortalecer a resposta global à ameaça representada pelas mudanças climáticas, bem com reforçar a capacidade dos países em lidar com os impactos relacionados com essas alterações. Tal acordo foi aprovado pelos 195 países que fazem parte da Convenção-Quadro para que fossem reduzidas as emissões de gases de efeito estufa, levando em conta o desenvolvimento sustentável.

O acordo previa limitar o aumento a temperatura em 2°C até 2100. Para alcançar o objetivo pretendido, cada governo construiu o seu próprio compromisso, a partir das chamadas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC). Por meio destas, cada país apresentou sua contribuição verificando a viabilidade a partir do cenário social e econômico local. O Brasil, em setembro de 2016, comprometeu-se a reduzir as emissões de GEE em 37% abaixo dos níveis estimados em 2005 para o ano de 2025 e 43% em 2030. As alternativas estudadas pelo Brasil foram aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética para, aproximadamente 18%, até 2030, bem como restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, além de alcançar, até 2030, o equivalente a 45% de energias renováveis na composição da matriz energética.

Nesse contexto, é pertinente destacar as emissões brasileiras no contexto global. De acordo com o Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2016), a participação das emissões brasileiras nas emissões globais em todo período de 1990 a 2014 foi de 4% a 5%, considerando as emissões líquidas e brutas. A emissão per capita brasileira permaneceu mais alta que a emissão *per capita* global em todo período, sendo, em alguns anos, quase o dobro da média global. No que diz respeito à emissão de gases de efeito estufa no setor de resíduos sólidos, eles representam cerca de 3,7% do total de emissões no mesmo período, sendo as emissões totais do setor, no ano 2014, de 68.350.264 toneladas de CO₂, tendo um crescimento médio de 5,8% ao ano. Diante desse fato, o Brasil busca comprometer-se a reduzir as emissões de GEE entre 36,1% a 38,9%, valores tais projetados para 2020 e definidos pela Política Nacional sobre Mudança do Clima, Lei nº 12.187/2009, regulamentada pelo Decreto nº 7.390/2010.

Para que haja o cumprimento das metas estabelecidas, o Decreto nº 7.390/2010 estabelece que sejam elaborados os Planos Setoriais, que de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, servem para firmar a inclusão de ações, indicadores e metas específicas de redução de emissões e mecanismos para a verificação do seu cumprimento. Como exemplo de Plano Setorial é possível destacar o Inventário de GEE.

4.6.1 Inventário de Gases de Efeito Estufa

O Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa é uma ferramenta que possibilita que uma instituição ou empresa realize o diagnóstico a respeito do perfil de suas emissões, a fim de estabelecer estratégias, planos e metas para a redução e gestão dessas. Além disso, a realização de inventários permite que as organizações empresariais e instituição de maneira geral visualizem oportunidades de novos negócios no mercado de carbono, seja para atrair novos investimentos, ou planejar processos que garantam uma maior eficiência econômica, energética e operacional (GHG PROTOCOL BRASIL, 2011).

Ainda de acordo com GHG Protocol Brasil (2011), o inventário de emissões visa quantificar e organizar os dados sobre as emissões com base em padrões, legislações e protocolos, para que haja o controle da geração de GEE, minimizando, dessa forma, os efeitos adversos ao meio ambiente. O inventário é parte do processo de gerenciamento, na medida em que é capaz de inserir uma nova cultura organizacional na empresa, implementando novas rotinas operacionais (PINHO, 2009).

É importante destacar que um inventário deve ser realizado como um processo contínuo, para que dessa forma, seja possível identificar a evolução dos esforços realizados pela organização e aprimorar as medidas de maneira progressiva. Essa proposta está cada vez mais sendo adotada pelas empresas, uma vez que essas compreenderam que os custos dispendidos com o gerenciamento de GEE são compensados pelos benefícios e oportunidades criadas (HALL e LEE, 2008).

Para colocar em prática um inventário de emissões, é importante adotar metodologias ou protocolos reconhecidos, como é o caso do GHG Protocol e da Norma ISO 14.064-1/2007.

4.6.1.1 *GHG Protocol*

Segundo Pinho (2009), o GHG Protocol é um programa voluntário de contabilização e comunicação das emissões de gases de efeito estufa. Ele conta com uma série de ferramentas metodológicas que seguem um determinado padrão, para que realizem o cálculo das emissões para as diferentes atividades desenvolvidas pelas organizações. O programa conta com o fornecimento de

normas e diretrizes para a elaboração de um Inventário de Emissão de GEE, que consideram auxiliar as empresas a preparar um inventário que represente de maneira justa e verdadeira suas emissões, simplificando e reduzindo os custos da compilação de um inventário. Além disso, objetiva fornecer informações necessárias para uma estratégia eficaz e aumentar a conformidade e transparência dos registros e relatórios dos GEE.

No Brasil, foi lançado o Programa Brasileiro GHG Protocol para a contabilização de GEE, que tem como objetivo principal estimular a cultura corporativa para a elaboração e publicação de Inventários de Emissões de GEE, proporcionando aos participantes o acesso a instrumentos e padrões de qualidade internacional.

A metodologia apresentada no Programa Brasileiro GHG Protocol divide as emissões em três grandes escopos (GHG PROTOCOL BRASIL, 2011):

- Escopo 1: Emissões diretas de GEE:

As emissões diretas de GEE são provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização, como as emissões de combustão em caldeiras, fornos, veículos da empresa, emissões da produção de químicos em equipamentos de processos, emissões de sistemas de ar condicionado e refrigeração, entre outros.

- Escopo 2: Emissões indiretas de GEE de energia:

O Escopo 2 contabiliza as emissões de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica que é consumida pela empresa. A energia adquirida é aquela comprada ou trazida para dentro dos limites organizacionais da empresa. No Escopo 2, as emissões ocorrem fisicamente no local onde a energia é produzida, quando a produção ocorre fora do limite organizacional.

- Escopo 3: Outras emissões indiretas de GEE:

O Escopo 3 é uma categoria opcional, que permite a consideração de todas os outros tipos de emissões indiretas. As emissões do Escopo 3 são uma consequência das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas por ela. A extração e produção de matérias-primas e outros materiais realizados por outra empresa, mas utilizados nos processos da empresa; o transporte de colaboradores da empresa em meios não controlados pela mesma; e as emissões relativas ao uso final de bens de consumo

vendidos pela empresa inventariada, entre outras, são exemplos de emissões inseridas no Escopo 3.

4.6.1.2 NBR ISO 14.064-1/2007

A Norma Brasileira (NBR) ISO 14.064-1/2007 tem como objetivo principal a orientação das organizações na elaboração de seus Inventários de Emissões de GEE. Ela é baseada em princípios e requisitos que visam o planejamento, desenvolvimento e gerenciamento dos inventários.

A primeira etapa será definir qual o objetivo da elaboração do inventário e quais usos serão dados ao mesmo, o que pode ser simplesmente saber o quanto está sendo emitido de GEE pela organização, e para isso são realizados os limites organizacionais. Após a definição do limite organizacional, é preciso definir os limites operacionais, ou seja, identificar as fontes de emissões de GEE associadas às operações, classificando-as em emissões diretas (escopo 1), emissões indiretas por uso de energia (escopo 2) e outras emissões indiretas (escopo 3).

De acordo com Pinho (2009), nessa norma estão compreendidas as exigências para quantificar emissões e remoções e, ainda, identificar ações específicas ou atividades que tenham como objetivo o aperfeiçoamento do gerenciamento de GEE. Além disso, a norma engloba a determinação da qualidade do gerenciamento do inventário, a elaboração de relatórios, a auditoria interna a ser realizada nas organizações e as responsabilidades destas na verificação das atividades corporativas.

É preciso destacar, ainda, que ambas as ferramentas, GHG Protocol e ISO 14.064-1, exigem a aplicação de princípios que visam a assegurar um inventário de credibilidade, cujas informações relacionadas ao GEE sejam descrições precisas. Os princípios que norteiam as ferramentas apresentam diferenças apenas em relação à nomenclatura empregada, porém sua interpretação e aplicação são semelhantes (PINHO, 2009).

4.6.1.3 Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC

As diretrizes definidas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresentam metodologias para estimativa de emissões e

remoções de GEE. O IPCC *Guidelines* (2006) é, até o momento, a versão mais atual disponível deste documento.

O IPCC indica metodologias para estimativa de emissões e remoções de GEE em três níveis de detalhe. O *tier* representa o nível de complexidade das informações que serão conseguidas no processo de coleta de dados.

O *tier 1* é o método mais simples, utilizado quando não há disponibilidade de fator de emissão específico, ou quando há limitação dos dados da atividade. Nessa situação, os guias do IPCC disponibilizam dados mais genéricos que permitem a realização das estimativas. O *tier 2* tem um nível intermediário de complexidade, onde estão disponíveis dados de emissões específicos do país ou região, diminuindo incertezas. Por fim, o *tier 3* é bastante complexo, com dados específicos por plantas industriais. Exige maior detalhamento das medidas do inventário, muitas vezes utiliza-se de procedimentos metodológicos especificamente desenvolvidos, incluindo modelagem.

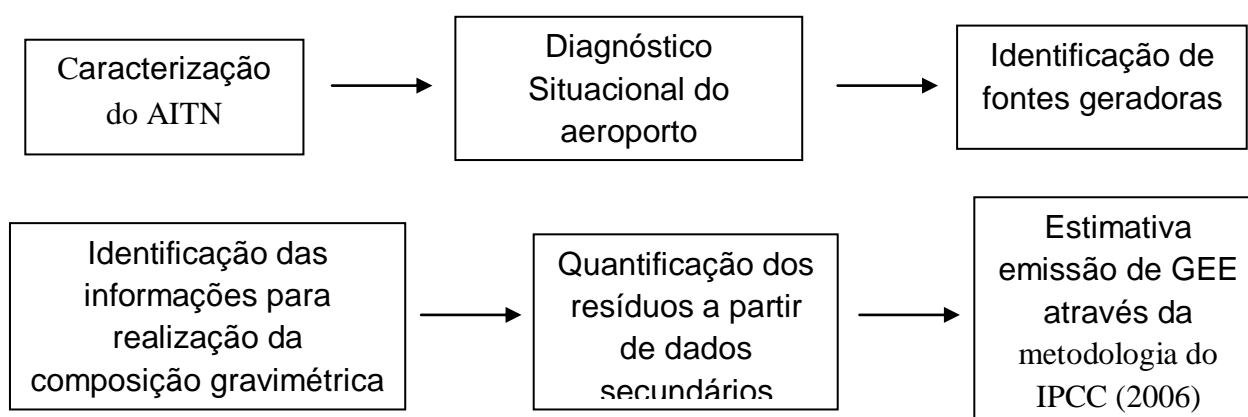
De acordo com Otto e Lopes (2017), o IPCC atesta o aumento das emissões de gases na atmosfera, como o CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, dentre outros. Nesta pesquisa, destaca-se o metano, por ser considerado um dos principais GEE devido à sua elevada capacidade de aquecimento e seu tempo de permanência na atmosfera. Além dos diversos impactos ambientais sobre a saúde e qualidade de vida da população local, os resíduos podem consistir em uma fonte significativa de emissões de CH₄. Dessa forma, para este trabalho, será considerada a metodologia do IPCC para o cálculo da estimativa das emissões de metano do Aeroporto de Confins.

5. METODOLOGIA

Para a realização do estudo, escolheu-se o Aeroporto Internacional Tancredo Neves, localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais. A escolha foi realizada considerando-se o fluxo de passageiros do aeroporto e a proximidade da localidade com a cidade da autora, de forma a viabilizar o trabalho.

Para a elaboração desse trabalho, foi desenvolvida uma revisão bibliográfica, com a finalidade de obter uma maior compreensão dos assuntos pertinentes ao tema escolhido, proporcionando um maior embasamento teórico como suporte para futuras proposições. A pesquisa foi desenvolvida a partir de consultas a artigos técnicos, publicações, relatórios, normas e legislações referentes ao tema proposto.

As etapas necessárias ao desenvolvimento desse estudo foram:



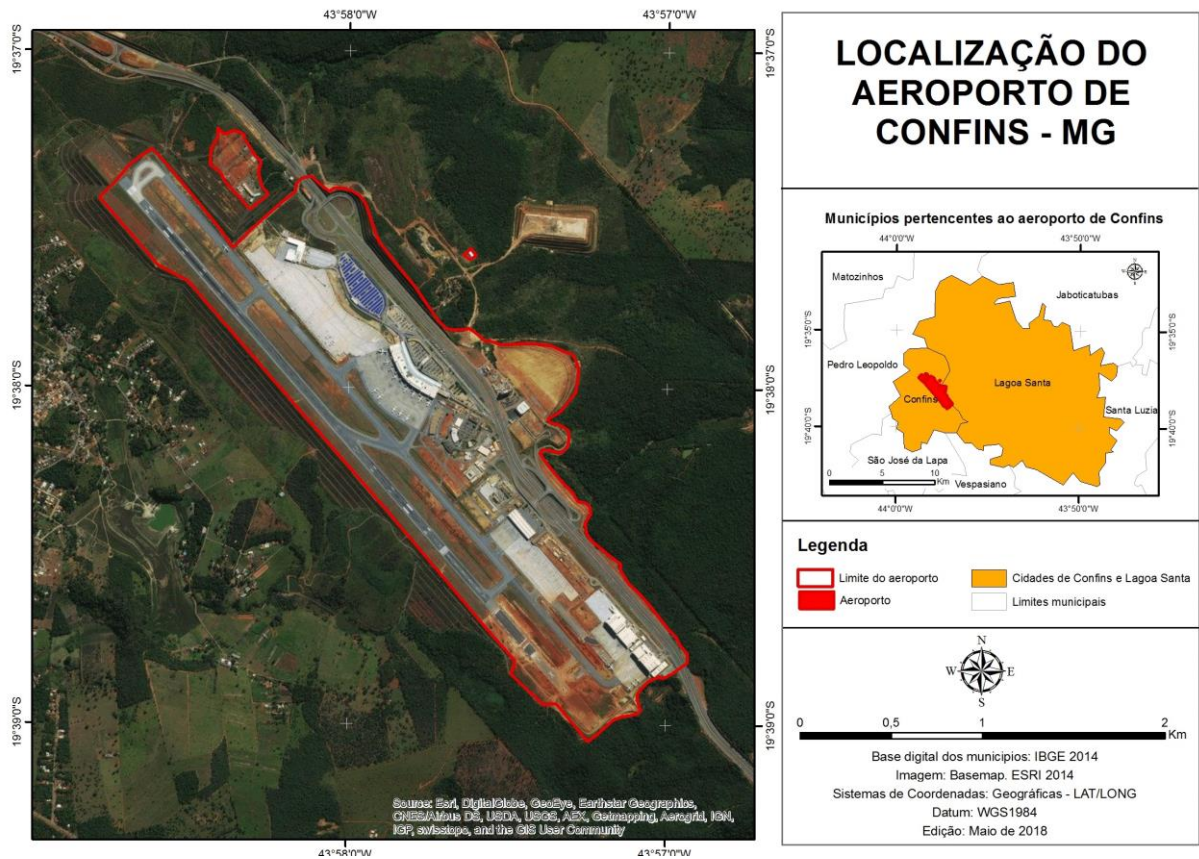
Após todas as etapas descritas, foram realizados o tratamento e a avaliação dos dados coletados para a verificação da situação no aeroporto. Estas informações serviram para realizar a proposição de alternativas para a melhoria na gestão dos resíduos e formas de gerenciar e neutralizar as emissões de GEE, visando à qualidade no ambiente aeroportuário e otimização de custos.

5.1 Localização do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins)

O Aeroporto Internacional Tancredo Neves (AITN) está localizado na região central do Estado de Minas Gerais, englobando os municípios de Confins e Lagoa Santa, integrantes da Região Metropolitana de Belo Horizonte, conforme

apresentado na Figura 1. É o principal aeroporto do estado de Minas Gerais, com uma distância de aproximadamente 40 km do centro de Belo Horizonte.

Figura 1. – Localização do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins)



5.2 Características do Aeroporto Internacional Tancredo Neves

Atualmente, o sítio aeroportuário do AITN possui 15,12 km² e abriga um terminal de passageiros de aproximadamente 132.000 m², 26 pontos de embarque, uma pista para pousos e decolagens, bem como toda infraestrutura complementar necessária ao funcionamento de um aeroporto internacional, tais como departamentos contra incêndio, agências reguladoras, posto da Polícia Federal e prédios administrativos.

De acordo com as informações prestadas pela BH Airport, concessionária do AITN, é importante destacar que o novo terminal de passageiros, inaugurado em dezembro de 2016, passou a operar os voos internacionais, com 17 novas pontes de embarque, ampliando a área do terminal em mais de 60% e a capacidade do

aeroporto de aproximadamente 11 milhões para 22 milhões de passageiros/ano, que suporta o crescimento da demanda pelos próximos dez anos.

5.3 Identificação das Principais Fontes Geradoras

Para este trabalho, foi utilizada uma adaptação da metodologia proposta por Passos et al. (2013), no levantamento das principais fontes geradoras de resíduos sólidos do aeroporto.

Etapa 1: Levantamento da Infraestrutura Existente

O gerenciamento dos resíduos sólidos em um aeroporto demanda uma infraestrutura mínima instalada para atender às necessidades do dia-a-dia.

A metodologia utilizada para este levantamento baseou-se na pesquisa de documentos e dados secundários de estudos já existentes sobre o Aeroporto Internacional Tancredo Neves. Além da infraestrutura existente para o gerenciamento de resíduos no AITN, foram buscadas informações sobre os equipamentos e os procedimentos operacionais que são utilizados para armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos sólidos.

Etapa 2: Obtenção de Dados: Geração de Resíduos

A metodologia para a obtenção dos dados foi através de levantamentos de estudos anteriores e do fornecimento de informações pelo aeroporto. Além disso, foi realizada uma visita informal ao aeroporto para a obtenção de informações complementares da geração e manejo dos resíduos sólidos.

5.4 Identificação do Fluxo de Passageiros

O controle de fluxo de passageiros no aeroporto foi realizado pela Gerência de Operações da INFRAERO até o final do ano de 2014 e foi disponibilizado ao público mensalmente, através de planilhas e relatórios anuais. A partir de agosto de 2014, as informações são prestadas pela BH Airpoirt, concessionária do aeroporto e também são acessíveis ao público.

Para este trabalho, foram contabilizados os dados referentes à movimentação de passageiros no AITN desde 2005. Esses dados foram organizados e trabalhados no *software* Excel ©. O perfil de crescimento do fluxo de passageiros foi obtido a partir dos dados disponibilizados pela INFRAERO através de seu sítio na internet, no período entre 2005 e 2017.

5.5 Caracterização Quantitativa e Qualitativa

Para se conhecer melhor as especificidades dos resíduos, é preciso realizar a caracterização qualitativa e quantitativa desses. As informações foram obtidas através de dados secundários fornecidas pelo aeroporto.

5.6 Quantificação das Emissões de GEE

Para o cálculo da geração de CH₄, no aeroporto, foi utilizada a metodologia sugerida pelo Guia de Inventários de GEE do IPCC (2006). O método proposto para estimativa foi o de decaimento de primeira ordem, ou *tier 2*, que considera que a emissão de CH₄ persiste ao longo dos anos, após a disposição do resíduo.

Para a aplicação desta metodologia são necessários dados relativos ao clima, como médias anuais de temperatura e chuva, quantidade de resíduos aterrados, composição do resíduo, qualidade e operação do aterro sanitário ao qual esse resíduo é destinado, bem como às quantidades de metano recuperadas (CETESB, 2010).

Os dados referentes ao clima foram obtidos por meio dos *defaults* do IPCC (2006) que consideraram, principalmente, a localização do aterro sanitário onde os resíduos serão dispostos. As informações que dizem respeito à quantidade de resíduos que serão aterrados, bem como sua composição serão obtidos por meio das informações prestadas pelo aeroporto, e também através de um levantamento bibliográfico de estudos realizados no AITN, para obtenção de dados sobre resíduos sólidos, nos pontos de geração analisados. Por último, a qualidade de operação do aterro a quantidade de metano recuperado serão informações prestadas da Central de Tratamento de Resíduos Macaúbas S.A, local de destinação final dos resíduos gerados no AITN.

O guia recomenda que não sejam consideradas as emissões de CO₂ por biogênese. Ressalta-se que somente a geração de CH₄ é calculada a partir destas

equações, tendo em vista que o CO₂ gerado, por ter origem biogênica, isto é, materiais cuja origem é de biomassa e se caracterizam por provirem de uma fonte renovável de carbono, não é impactante no clima. Portanto, todas as emissões da deposição de resíduos são resultantes da degradação de compostos biogênicos gerando metano (CH₄) pela decomposição anaeróbia.

De acordo com o guia, a estimativa de emissões de CH₄, do método de decaimento de primeira ordem (*tier 2*), é descrita conforme a Equação 1. Com a adoção desta metodologia para determinação do potencial de produção CH₄, foram utilizadas as formulas, a seguir:

$$Q_{(t)} = \sum_x \{ [(A \times k \times MSW_T(x) \times MSW_F(x) \times L_o(x)) \times e^{-k(1-x)}] - R(t) \} \times (1 - OX)$$

Equação 1

Onde:

$Q_{(t)}$ = Quantidade de metano gerado no ano t [tCH₄/ano]

t = Ano do inventário [ano]

x = Anos para os quais os dados foram considerados

A = Fator de normalização para a soma [adimensional]

k = Constante de decaimento [ano⁻¹]

$MSW_T(x)$ = Quantidade total de RSU gerado no ano x [t]

$MSW_F(x)$ = Fração de RSU destinado ao aterro no ano x [t]

$L_o(x)$ = Potencial de geração de metano do resíduo [tCH₄/tRSU]

R = Recuperação do metano [tCH₄/ano]

OX = Fator de oxidação [adimensional]

O fator de normalização para a soma (A) é definido pela Equação 2 abaixo:

$$A = (1 - e^{-k}) \div k$$

Equação 2

O Potencial de geração de metano ($L_o(x)$) é definido segundo a Equação 3:

$$L_o(x) = MCF_{(x)} \times DOC_{(x)} \times DOC_{(f)} \times F \times 16/12$$

Equação 3

Onde:

$MCF_{(x)}$ = Fator de correção do metano referente ao gerenciamento dos locais de disposição [adimensional]

$DOC_{(x)}$ = Carbono orgânico degradável [tC/tRSU]

$DOC_{(f)}$ = Fração do DOC dissolvida [adimensional]

F = Fração de metano no biogás [adimensional]

16/12 = Razão de conversão de carbono (C) para metano (CH_4) [adimensional]

O Carbono orgânico degradável ($DOC_{(x)}$) é definido pela Equação 4:

$$DOC_{(x)} = (0,40 \times A) + (0,24 \times B) + (0,15 \times C) + (0,43 \times D) + (0,39 \times E)$$

Equação 4

Onde:

A = Fração do resíduo correspondente a papéis e papelões [adimensional]

B = Fração do resíduo proveniente de tecidos [adimensional]

C = Fração do resíduo correspondente a resíduos alimentares [adimensional]

D = Fração do resíduo correspondente à madeira e palha [adimensional]

E = Fração do resíduo correspondente à borracha e couro [adimensional]

Por fim, a estimativa da quantidade de CO_2 equivalente emitido no ano é apresentada pela Equação 5:

$$CO_2 \text{ EQUIVALENTE} = Q_{(t)} \times GWP_{CH_4}$$

Equação 5

Onde:

$CO_2 \text{ EQUIVALENTE}$ = Emissão equivalentes de gás CO_2 [$tCO_{2EQ.}/ano$]

$CH_4 \text{ EMITIDO}$ = Emissão de gás CH_4 [tCH_4/ano]

GWP_{CH_4} = Potencial de aquecimento global do metano [adimensional]

5.6.1 Fração DOC Dissolvida (DOC_f), Fator de Correção do Metano (MCF) e Fração do Metano no Biogás (F)

O guia do IPCC (2006) sugere que seja utilizado um valor *default* para a fração de Carbono Orgânico Degradável dissolvida entre 0,5 e 0,6. Para o caso deste inventário, empregou-se o *default* para países em desenvolvimento, que de acordo com o guia, corresponde ao valor igual a 0,5. Cabe ressaltar que em outros inventários este valor é bastante usual, como o apresentado por Otto e Lopes (2017), que também utilizaram o *default* 0,5 para realizar a estimativa de gases emitidos.

Para o estabelecimento do valor do fator de correção do metano, o IPCC (2006) apresenta dados *default* de acordo com o local de disposição final dos resíduos sólidos. Estes dados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados *default* do IPCC (2006) para Fator de Correção do Metano

Características do local de disposição de RSU	MCF
Aterro Sanitário	1,0
Local não gerenciado com profundidade igual ou superior a 5m	0,8
Local não gerenciado com profundidade inferior a 5m	0,4
Depósito de lixo não classificado	0,6

Fonte: Adaptado de IPCC (2006)

5.6.2 Constante de geração de metano (k) e Fator de Oxidação (OX)

A constante de geração do metano para o método proposto pelo *tier 2* está relacionada ao tempo necessário para que uma parcela do Carbono Orgânico Degradável do resíduo aterrada possa decair para a metade de sua massa inicial. Foi determinado o valor dessa constante de acordo com a composição do resíduo e das condições climáticas da região onde encontra-se o aterro sanitário, como a temperatura média anual, a precipitação média anual e o potencial de evapotranspiração (IPCC, 2006).

Para este trabalho, foram adotados os valores *default* recomendados no guia. A Tabela 3 apresenta os dados de temperatura média anual, precipitação média anual e uma relação entre a precipitação média anual e o potencial de

evapotranspiração que é o fator indicativo da quantidade potencial de água que pode retornar à atmosfera por evapotranspiração.

Tabela 3 – Dados *default* do IPCC (2006) de acordo com o clima da região de estudo

Clima	Temperatura Média Anual	Precipitação Média Anual	Precipitação Média Anual/Potencial de Evapotranspiração
Temperado Seco	0 - 20°C		<1
Temperado Úmido	0 - 20°C		>1
Tropical Seco	> 20°C	<1000 mm	
Tropical Úmido	> 20°C	>1000 mm	

Fonte: Adaptado de IPCC (2006)

Para a definição da constante de geração de metano, o guia fornece ainda os valores da constante conforme o clima da região previamente considerado e o tipo de resíduo que será trabalhado no cálculo. Dessa forma, o valor da constante neste trabalho foi definido com base na Tabela 4.

Tabela 4 – Dados *default* do IPCC (2006) de k

Tipo de Resíduo	Temperado				Tropical				
	Seco		Úmido		Seco		Úmido		
	Default	Int.	Default	Int.	Default	Int.	Default	Int.	
Lenta degradabilidade	Papel e Tecido	0,04	0.03	0,06	0.05	0,045	0.04	0,07	0.06
			–		–		–		–
	Madeira, palha e borracha	0,02	0.01	0,03	0.02	0,025	0.02	0,035	0.03
			–		–		–		–
Moderada degradabilidade	Parques e jardins	0,05	0.04	0,1	0.06	0,065	0.05	0,17	0.15
			–		–		–		–
Rápida degradabilidade	Resíduos Alimentares	0,06	0.05	0,185	0.1	0,085	0.07	0,4	0.17
			–		–		–		–
Frações de RSU ou Resíduos Industriais	Composição Misturada	0,05	0.08	0,09	0.08	0,065	0.05	0,17	0.15
			–		–		–		–
			0.06		0.1		0.08		0.2

Fonte: Adaptado IPCC (2006)

5.6.3 Carbono Orgânico Degradável (DOC_(x))

Para o cálculo do carbono orgânico degradável é necessário estabelecer as frações de alguns componentes dos resíduos gerados no aeroporto. Esses componentes, de acordo com a metodologia do IPCC (2006), dizem respeito às quantidades de resíduos de papeis, tecidos, alimentos, madeira, borracha e couro.

Os valores dos percentuais desses resíduos não foram disponibilizados para o período de cálculo do inventário deste trabalho. Foi adotado, então, a mesma proporção da quantidade de resíduos apresentados por Passos et al. (2013) em sua composição gravimétrica realizada em 2011.

A Tabela 5 apresenta os valores das frações de resíduos de cada variável determinada pela metodologia do IPCC (2006) no cálculo do DOC_(x).

Tabela 5 – Frações dos resíduos utilizados no cálculo do Carbono Orgânico Degradável

Tipo de Resíduo	(%)
Papéis e Papelões	21,4
Tecidos	1,1
Alimentos	41
Madeira e Palha	0,1
Borracha e Couro	1,4

Fonte: Autora
Dados obtidos da Passos et al. (2013)

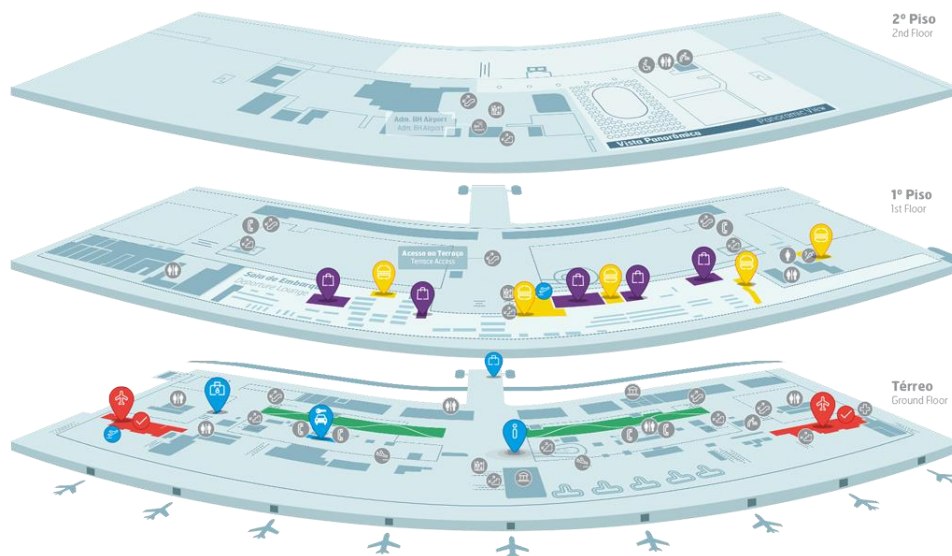
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Infraestrutura Existente

O levantamento da infraestrutura presente no Aeroporto Internacional Tancredo Neves se deu por meio do levantamento da literatura e trabalhos existentes, além das observações verificadas durante uma visita informal ao aeroporto. O AITN apresenta, atualmente, três pavimentos, conforme Figura 2, uma vez que o Terminal 3 foi construído e inaugurado em 2015, para atender à demanda de passageiros enquanto as obras no Terminal 2 não estivessem concluídas.

A ampliação do Terminal 2 ocorreu devido ao fato de o aeroporto, durante os anos de 2014 e 2015, atuar acima do seu limite operacional, que tinha uma capacidade de aproximadamente 10,2 milhões de passageiros por ano. Dessa forma, a capacidade do aeroporto passou a ser de 22 milhões de passageiros por ano.

Figura 2 – Infraestrutura do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confinos)



Fonte: BH Airport (2018)

No 1º pavimento (Térreo), estão localizados os portões de embarque para voos domésticos, bem como os guichês para check-in, portões de desembarque e alfândega. Também é possível encontrar nesse andar, alguns restaurantes e lojas, posto para primeiros socorros, *Free shop* e bancos. O 2º pavimento também possui alguns portões para embarque de voo doméstico, bem como acesso aos portões de embarque do térreo, os guichês de check-in dos voos internacionais e algumas lojas e restaurantes. No 3º pavimento, encontra-se a administração BH Airport, embarque dos voos internacionais e restaurantes.

O aeroporto conta com áreas administrativas, operacionais e de apoio. Dentre elas, é preciso destacar o Terminal de Passageiros (TPS) que inclui a coordenação operacional dos voos, o embarque e desembarque e os guichês das companhias aéreas. Além deste, existe o Terminal de Carga (TECA), posto médico, free-shop, restaurantes e lanchonetes, órgãos públicos, concessionárias, bancos, garagens e oficinas, pátio de aeronave, estacionamentos, centro de manutenção de aeronaves, torres de controle, dentre outros espaços que fazem parte da infraestrutura presente no AITN.

6.2 Movimentação de Passageiros

Em março de 1984, o AINT foi inaugurado oficialmente para atender a demanda do transporte aéreo da RMBH. De acordo com INFRAERO (2016), o projeto original previu a construção do aeroporto em quatro etapas, a estruturação consistia em duas pistas paralelas e quatro módulos de terminais de passageiros, sendo a primeira dimensionada para o atendimento, com conforto, de cinco milhões de pessoas por ano, e em cada módulo haveria a presença de lojas, administração e dois estacionamentos.

Até o ano de 2005, o movimento de passageiros no aeroporto decresceu, ficando subutilizado. Vale ressaltar que, nessa época, aproximadamente 120 voos foram transferidos para o Aeroporto da Pampulha, e de acordo com Hatem (2003), outro motivo aparente para a operação ociosa do AITN seria o fato de o Aeroporto da Pampulha ser mais próximo ao centro urbano da cidade, fazendo com o que os passageiros optassem por ele.

Hatem (2003) fez uma comparação entre o fluxo de passageiros entre os dois aeroportos em diferentes anos. A Tabela 6 apresenta o movimento anual de passageiros nos períodos entre 1997 a 2001.

Tabela 6 - Fluxo de Passageiros no AITN e Pampulha entre 1997 e 2001

Ano	AITN	Aeroporto Pampulha
1997	1.058.729	1.219.153
1998	1.054.616	1.651.188
1999	815.393	1.769.952
2000	704.688	2.032.863
2001	621.956	2.206.787

Fonte: Adaptado de Hatem (2003)

Conforme apresentado na Tabela 2, o Aeroporto da Pampulha, nesse período de ociosidade do AITN cresceu, aproximadamente, 10% ao ano. No entanto, após a transferência dos voos em 2005, do Aeroporto da Pampulha, a demanda operacional do AITN cresceu progressivamente até o ano de 2016, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Fluxo de Passageiros no AITN entre 2005 e 2018

Ano	Voos Domésticos	Voos Internacionais	Total
2005	2.851.963	41.606	2.893.299
2006	3.718.658	8.843	3.727.501
2007	4.306.972	33.157	4.340.129
2008	5.029.468	160.060	5.189.528
2009	5.371.633	245.538	5.617.171
2010	6.959.577	301.487	7.261.064
2011	Não Informado	Não Informado	9.534.986
2012	Não Informado	Não Informado	10.398.296
2013	Não Informado	Não Informado	10.301.289
2014	Não Informado	Não Informado	10.842.999
2015	10.911.936	392.348	11.304.284
2016	9.322.683	316.115	9.638.798
2017	9.721.923	442.154	10.164.077
2018*	6.768.930	427.787	7.196.717

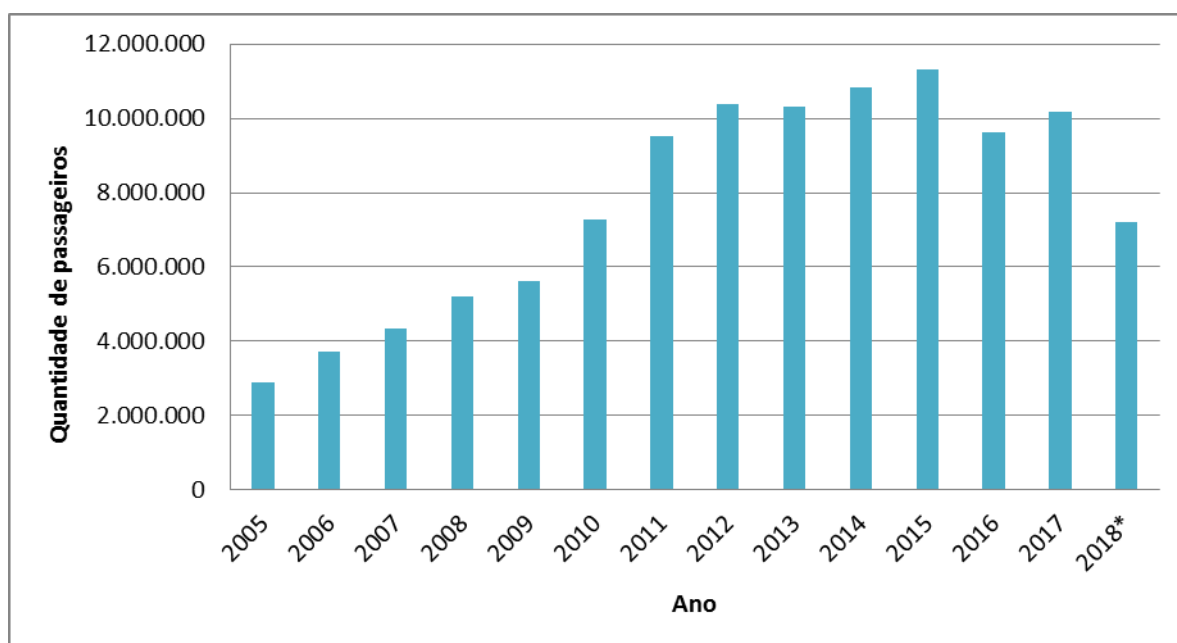
* passageiros entre janeiro e agosto de 2018

Fonte: Autora
Dados obtidos da Infraero (2013) e BH Airport (2018)

Os relatórios de movimentação de passageiros disponibilizados pela Infraero são referentes até o mês de julho de 2014, a partir de agosto de 2014, os dados passaram a ser fornecidos pela BH Airport, período em que esta assumiu a operação do AITN. Dessa forma, nos períodos de 2011 a julho de 2014, os relatórios da Infraero não estavam disponíveis para a verificação da quantidade de voos domésticos e internacionais, apenas o total de voos no ano. No relatório da BH Airport em 2014, no período de agosto a dezembro, o total nos voos domésticos foi de 4.506.566 passageiros e nos voos internacionais de 182.645 passageiros, totalizando 4.689.211 passageiros no período. Vale ressaltar que esses dados não foram incorporados à tabela para que a análise fosse realizada de maneira completa, contabilizando o número de usuários no ano todo.

A partir dos dados contidos na Tabela 3, foi possível estabelecer a progressão do número de passageiros após o período de transferência dos voos novamente para o AITN, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Progressão do número de passageiros do Aeroporto Internacional Tancredo Neves



* Passageiros entre janeiro e agosto de 2018

Fonte: Autora
Dados obtidos da Infraero (2013) e BH Airport (2018)

Observa-se, na Figura 3, que até o ano de 2015 houve um aumento gradativo no número de passageiros, sendo 2015 o ano em que observou-se o maior número de usuários, ultrapassando o limite da capacidade suporte do aeroporto. Por este

motivo, houve a necessidade de ampliação dos terminais, com as obras iniciadas em 2016.

No entanto, em 2016, houve uma redução significativa no fluxo de passageiros, e o aeroporto passou a operar com menos de 10 milhões de passageiros no ano. De acordo com informações do próprio aeroporto, essa redução deve-se, principalmente, ao efeito da crise econômica do país, tendo em vista a redução de aproximadamente 19% dos voos internacionais e 15% dos voos domésticos, o que indica que os usuários estariam buscando meios de transporte com custo mais acessível para se locomoverem no interior do país, e deixando de fazer viagens ao exterior. Em 2017, os números voltaram a crescer, e em 2018, os dados indicam que o número continuará aumentando até o fim do ano, porém, abaixo da capacidade máxima do aeroporto após a reforma.

6.3 Principais Fontes Geradoras dos Resíduos Sólidos

Para conhecer os tipos de resíduos sólidos gerados no aeroporto, é preciso identificar quais os principais locais onde são gerados, uma vez que cada setor do aeroporto possui atividades distintas que produzem quantidades e tipologias diferentes de resíduos. O levantamento desses setores foi realizado com base nos estudos de Hatem (2003) e Passos et al. (2013), uma vez que, por estarem em obras, a visita guiada no aeroporto ficou impossibilitada.

Em ambos os estudos, foi verificado que o gerenciamento dos resíduos sólidos? do aeroporto é realizado de forma terceirizada por uma empresa. Cabe ressaltar que, até o ano de publicação dos estudos, o aeroporto era gerenciado pela INFRAERO, e apenas em agosto de 2014, as operações passaram a ser realizadas pela BH Airport. No entanto, como é adotado esse procedimento de terceirização pela maioria dos aeroportos do Brasil, considerou-se para este estudo, que o aeroporto manteve a mesma linha no gerenciamento de seus resíduos.

No estudo de Hatem (2003), verificou-se que no AITN havia duas empresas atuando na coleta dos resíduos sólidos. A VIATEC era responsável pelo recolhimento dos resíduos das caçambas em todos os pontos de coleta e também pela manutenção das áreas verdes do aeroporto, portanto, essa empresa era responsável pela coleta externa dos resíduos, e era designada a realizar a disposição final dos mesmos. A outra empresa era a JR HIGIENIZAÇÃO,

responsável pela coleta interna. No trabalho de Passos et al. (2013), informa-se que, desde 2007, o gerenciamento de resíduos sólidos no Aeroporto de Confins é realizado por uma empresa terceirizada, no entanto, não cita qual empresa é contratada.

De uma maneira geral, os autores agruparam as fontes geradoras em administrativo, órgãos públicos e as concessionárias. As áreas administrativas representam áreas que desempenham as atividades de administração, manutenção, operações, segurança, financeiro, jurídico, comercial, logística de carga, oficinas, estacionamentos, terminal de passageiros, os setores de engenharia e meio ambiente. Os órgãos públicos presentes no aeroporto são, principalmente, a ANVISA, DER, ANAC, Polícia Civil, Polícia Militar e Polícia Federal. As concessionárias representam as empresas que realizam atividades diversas no aeroporto, como as companhias aéreas, as que auxiliam o transporte aéreo, locadoras de carro, restaurantes, lanchonete, *Free-shop*, bancos, transportes terrestres como táxis e empresas particulares, dentre outros serviços prestados dentro do aeroporto.

Em ambos os estudos, o TPS é a localidade onde há a maior geração de resíduos comuns do aeroporto. Nas análises, estão incluídos nesse bloco gerador os resíduos bancários, guichês de passagens, cafeterias, lanchonetes, lojas, restaurantes e escritórios que estão presentes no setor. Como será visto adiante, os resíduos do grupo D são os maiores representantes da composição do aeroporto, e, portanto, serão analisados separadamente.

6.4 Resíduos Gerados no Aeroporto de Internacional Tancredo Neves

A partir do conhecimento sobre as fontes geradoras, é possível estabelecer os pontos de coleta estratégicos do aeroporto. Dessa forma, é possível determinar a quantidade de resíduos gerados em um período estabelecido.

Os dados das quantidades de resíduos gerados, apresentados na Tabela 8, foram obtidos por meio de informações prestadas pela BH Airport. Os dados amostrados contemplam doze meses de pesagem, no período de junho de 2017 a maio de 2018.

Tabela 8 – Quantidade de Resíduos Gerados de Jun/2017 a Mai/2018 no AITN por grupos*

Mês/ Ano	Grupo A (Kg)	Grupo B (Kg)	Grupo C (Kg)	Grupo D (Kg)	Grupo E (Kg)	Total (Kg)	Total de Passageiros
jun/17	3.623,30	0,00	0,00	181.497,00	0,00	185.120,30	778.823
jul/17	4.153,10	8.610,00	0,00	171.052,00	15,40	183.830,50	928.300
ago/17	2.952,80	19.930,00	0,00	200.516,00	0,00	223.398,80	854.422
set/17	4.036,60	141.450,00	0,00	169.148,00	0,00	314.634,60	862.939
out/17	5.254,96	5.649,00	0,00	164.866,00	10,90	175.780,86	906.710
nov/17	4.311,90	0,00	0,00	185.421,00	0,00	189.732,90	847.273
dez/17	5.045,00	0,00	0,00	186.223,20	0,00	191.268,20	940.856
jan/18	6.518,50	10.962,40	0,00	184.790,00	0,00	202.270,90	1.000.920
fev/18	5.982,50	0,00	0,00	167.128,00	19,80	173.130,30	779.016
mar/18	6.888,50	0,00	0,00	178.131,00	0,00	185.019,50	857.254
abr/18	4.377,50	4.880,00	0,00	161.498,00	0,00	170.755,50	860.815
mai/18	5.710,20	0,00	0,00	156.688,00	6,30	162.404,50	852.535
Total	58.854,86	191.481,40	0,00	2.106.958,20	52,40	2.357.346,86	10.469.863

* Conforme classificação feita pela RDC nº 56/2008

Fonte: Autora
Dados obtidos da BH Airpoirt (2018)

Como pode ser observado na Tabela 8, a maior geração de resíduos é proveniente do grupo D, cuja representatividade será discutida quando se estabelecer a composição gravimétrica. Tendo em vista que os grupos que sofrem influência direta da quantidade de passageiros na geração de resíduos são os grupos A, D e E, é possível destacar os meses de julho e dezembro de 2017 e janeiro de 2018 como os meses mais expressivos. Esse período coincide com os recessos escolares e festas de final de ano, o que pode ser um indicador do aumento do fluxo de passageiros, aumentando consequentemente, a geração de resíduos desses grupos.

Os resíduos do grupo A são aqueles provenientes, principalmente, dos postos médicos, resíduos sanitários de bordo, resíduos orgânicos de bordo gerados nos voos internacionais e aqueles apreendidos pelo órgão fiscalizador. No geral, esses resíduos são compostos por materiais com potencial risco biológico. Os resíduos do grupo D são os resíduos comuns, como matéria orgânica, papel, plástico, papelão, dentre outros. Já os resíduos do grupo E, no AITN, são os perfurocortantes gerados no posto médico.

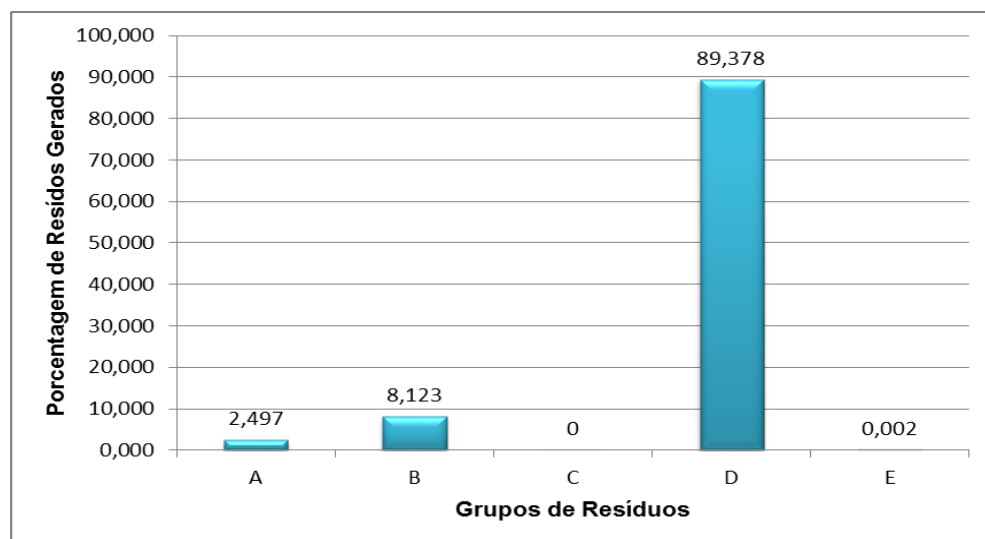
O grupo B não foi considerado na análise da influência da quantidade de passageiros por observar que são oriundos, principalmente, de embalagens

químicas e contaminadas com óleo, tinta, solvente, produtos químicos, óleo lubrificante usado, eletroeletrônicos, pneus inutilizáveis e lâmpadas geradas no aeroporto. Tais produtos são utilizados na manutenção de aeronaves e do aeroporto, independentemente, na maior parte, do número de frequentadores. Os resíduos do grupo C, apesar de não terem sido gerados nesse período, são aqueles originados dos detectores de fumaça antigos.

6.5 Composição Gravimétrica

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no AITN foi obtida com base nos dados fornecidos pelo aeroporto, de junho de 2017 a maio de 2018. Os resíduos amostrados foram dos diversos setores do aeroporto, como o terminal de passageiros, comissaria, resíduos de bordo dos voos internacionais, posto médico, oficinas, restaurantes, administrativo e apreendidos pelo órgão fiscalizador. A Figura 4 apresenta a composição gravimétrica por grupo de resíduos gerados no aeroporto.

Figura 4 – Composição Gravimétrica dos Resíduos do AITN por grupo



Fonte: Autora
Dados obtidos da BH Airport (2018)

Como pode ser observado, assim como nos centros urbanos, a maior parte dos resíduos sólidos gerados no aeroporto são os resíduos comuns, pertencentes ao grupo D, onde totalizam aproximadamente 89% da geração. A maior parte dos resíduos sólidos gerados no aeroporto são resíduos orgânicos, advindos

principalmente dos restaurantes e lanchonetes, bem como aqueles que são originários dos voos. É importante destacar que, em todos os pavimentos do aeroporto, estão presentes restaurantes e lanchonetes, o que pode contribuir no maior volume desses resíduos. A Tabela 9 apresenta um comparativo entre os resíduos recicláveis e aqueles que não são recicláveis, considerando apenas o grupo D.

Tabela 9 – Comparação da geração de resíduos recicláveis e não recicláveis – entre junho de 2017 e maio de 2018

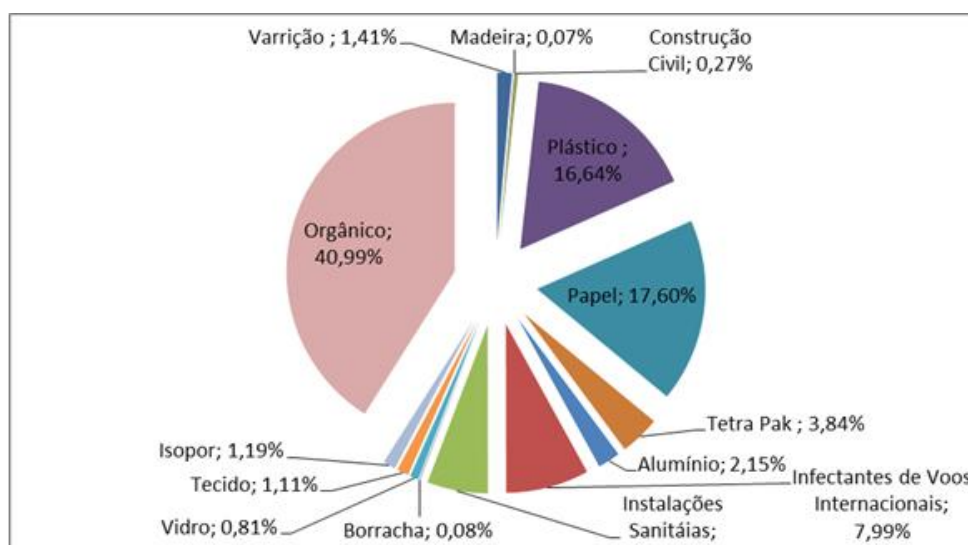
Tipo do Resíduo	Quantidade (Kg)	(%)
Resíduos Recicláveis	320.553,00	15,21
Resíduos Não Recicláveis	1.786.402	84,79
Total Grupo D	2.106.955,20	100

Fonte: Autora
Dados obtidos da BH Airpoirt (2018)

Nessa perspectiva, observa-se que grande parte dos resíduos, possivelmente, serão destinados aos aterros sanitários, contribuindo para o agravamento da superlotação dos aterros.

Os estudos de Passos et al. (2013) corroboram que os resíduos orgânicos representam a maior fração do que é gerado no aeroporto. Através do quarteamento, as amostras foram separadas para análise gravimétrica, conforme Figura 5, que apresenta os percentuais representados por cada tipologia.

Figura 5 – Composição Gravimétrica média dos resíduos gerados no AITN (% em peso) em 2011

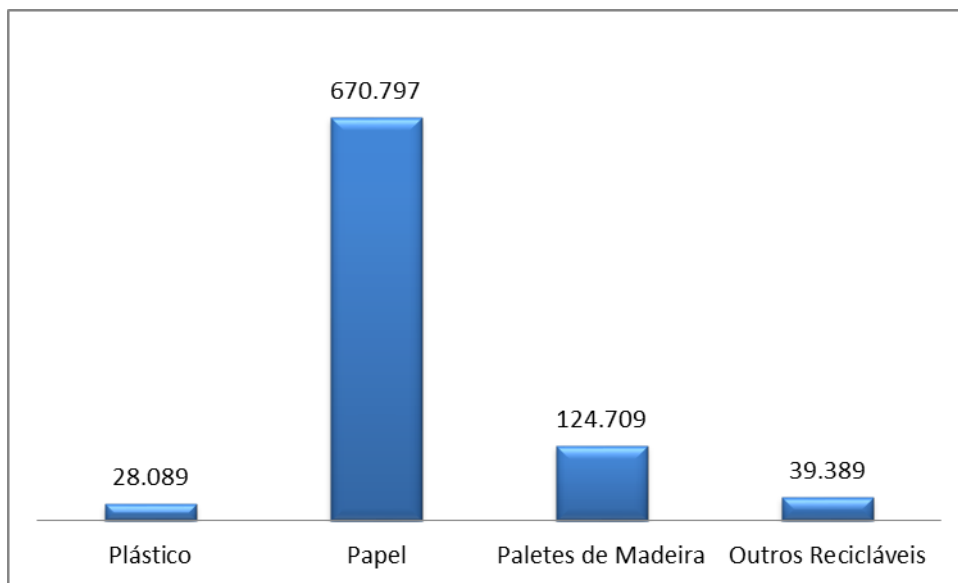


Fonte: Passos et al. (2013)

Os autores explicam que, apesar do percentual expressivo para os resíduos orgânicos e estes serem comparados à geração dos centros urbanos, o valor ainda é inferior ao percentual médio ocupado pela matéria orgânica, tendo em vista a cidade de Belo Horizonte – MG, que nos estudos de Barros (2012) apresentou uma composição de aproximadamente 65% contra 41% de resíduos do aeroporto. Passos et al. (2013) ressaltam, ainda que os resíduos recicláveis apresentaram um percentual considerável, com destaque para o papel (18%) e o plástico (17%).

Durante o período entre agosto de 2014 e abril de 2018, de acordo com informações disponibilizadas pela BH Airport, foram reciclados em média 862.984 kg de resíduos, cuja composição é apresentada na Figura 6.

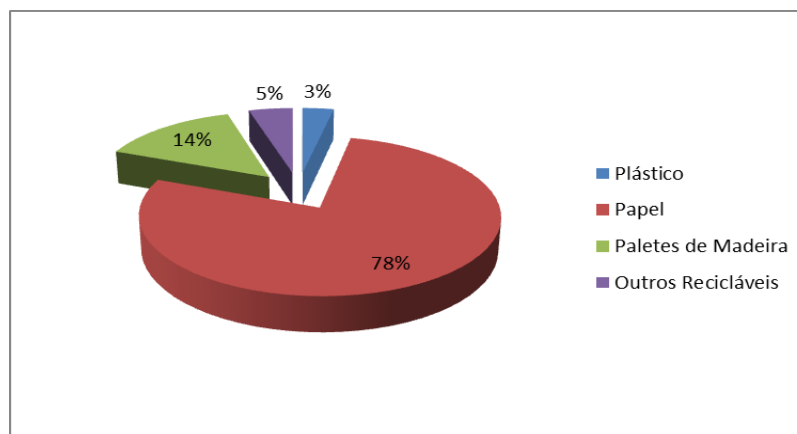
Figura 6 – Quantidade de Resíduos Recicláveis (em kg) no AITN no período compreendido entre agosto de 2014 e abril de 2018



Fonte: Autora
Dados obtidos da BH Airport (2018)

Nas informações fornecidas pela BH Airport, durante o período de junho de 2017 a maio de 2018, não havia os dados do percentual da composição gravimétrica do grupo D individualmente para realizar um comparativo com os materiais recicláveis encontrados por Passos et al. (2013). Diante disso, adotou-se uma estimativa a partir dos dados apresentados na Figura 7.

Figura 7 – Porcentagem de materiais reciclados no AITN entre agosto de 2014 e abril de 2018



Fonte: Autora
Dados obtidos da BH Airpoirt (2018)

Nessa perspectiva, tomando a quantidade total de resíduos recicláveis no período entre junho de 2017 e maio de 2018, informados na Tabela 9 e adotando a mesma proporção de papel, plástico, paletes de madeira e outros resíduos apresentados na Figura 7, obteve-se as seguintes proporções, conforme mostrado na Tabela 10.

Tabela 10 – Quantidade (em kg) de materiais reciclados no AITN no período entre junho de 2017 e maio de 2018

Tipo de Material	Quantidade (kg)
Plástico	9.616,59
Papel	250.031,34
Paletes de Madeira	44.877,42
Outros Recicláveis	16.027,65
Total	320.553

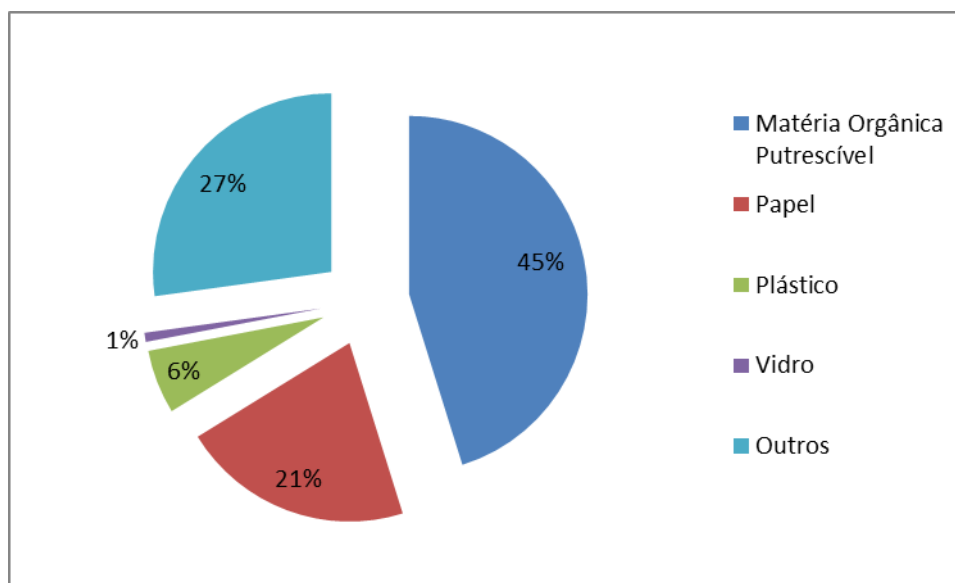
Fonte: Autora
Dados obtidos da BH Airpoirt (2018)

A quantidade de materiais reciclados aumentou consideravelmente, em comparação com o ano de 2011. Esse aumento pode ser explicado pelas atividades desenvolvidas pelo aeroporto como a Coleta Seletiva Solidária que já atingiu, entre agosto de 2014 (quando foi iniciado) até abril de 2018, a marca das 860 toneladas de resíduos coletados e doados à Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Lagoa Santa (ASCAMARE), de acordo com a BH Airport. Além disso, conta-se com uma parceria com a Azul Linhas Aéreas, no projeto ReciclAzul, por meio do qual as latas de alumínio de refrigerantes consumidos no interior das

aeronaves da companhia aérea são segregadas pelo pessoal de bordo e coletadas pela associação para reciclagem

O trabalho de Hatem (2003) também apresentou a composição gravimétrica dos resíduos do grupo D do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, a Figura 8 ilustra os percentuais.

Figura 8 – Composição gravimétrica dos resíduos no AITN (% em peso) em 2003



Fonte: Hatem (2003)

O percentual de matéria orgânica no estudo de Hatem (2003) - 45,17% - foi maior do que no trabalho de Passos et al. (2013) - 40,99%. Além disso, as porcentagens de papel também diminuíram ao longo do tempo de acordo com os estudos, passando de 21,03% para 17,60%. Por outro lado, observou-se que a quantidade de plástico aumentou de maneira expressiva, passando de 5,79% para 16,64%, um aumento superior a 60% na geração desse material.

Um fator que pode explicar essas variações é também a semelhança dos aeroportos com os centros urbanos. Nos países desenvolvidos, a produção de matéria orgânica é bem inferior aos países em desenvolvimento, isso é explicado, principalmente, pela atividade econômica desenvolvida. Nos países desenvolvidos, é visto que o percentual de plástico é bastante elevado, tendo em vista os produtos industrializados com embalagens. Dessa forma, os aeroportos, por tentarem seguir a tendência dos países mais industrializados, estão optando cada vez mais pelos produtos embalados, o que pode ser um indicador desse aumento expressivo dos resíduos plásticos.

É importante ressaltar que os estudos ocorreram durante um período de tempo diferentes, com amostragens e quantidades diferentes. Esses fatores podem interferir nos resultados de ambos os trabalhos.

6.5.1 Geração per capita

A geração de resíduos per capita é um importante fator para o gerenciamento de resíduos em aeroportos e a previsão de demandas futuras. Nos aeroportos dos Estados Unidos, de acordo com Tchobanoglous (2009), a geração *per capita* média é de 225g por passageiro. A partir da movimentação de passageiros e da quantidade de resíduos geradas nos períodos de junho de 2017 e maio de 2018, calculou-se a geração *per capita* para o AITN, conforme mostrado na Tabela 11.

Tabela 11 – Geração *per capita* de resíduos no AITN

Período	Total de Passageiros	Geração de Resíduos (kg)	Geração <i>per capita</i> (kg/passageiro)
jun/17	778.323	185.120,30	0,238
jul/17	928.300	183.830,50	0,198
ago/17	854.422	223.398,80	0,261
set/17	862.939	314.634,10	0,365
out/17	906.710	175.781,30	0,194
nov/17	847.273	189.732,40	0,224
dez/17	940.856	191.267,70	0,203
jan/18	1.000.920	202.270,50	0,202
fev/18	781.782	173.130,30	0,221
mar/18	857.254	185.019,50	0,216
abr/18	860.815	170.755,00	0,198
mai/18	852.535	162.404,00	0,190
Total	10.472.129	2.357.344,40	0,225

Fonte: Autora
Dados obtidos da BH Airpoirt (2018)

Observou-se que, para o total de passageiros que frequentaram o aeroporto de jun/2017 a mai/2018, a geração per capita média foi de 0,225 kg/passageiro, ou 225g por passageiro, obtendo um resultando semelhante à de um aeroporto dos Estados Unidos. O mês que apresentou o menor valor foi maio/2018 (190g por passageiro) e o mês de setembro/2017 apresentou o maior valor (364g por passageiro), superando a média de um país com alto padrão de desenvolvimento e industrialização.

6.6 Estimativa das emissões de GEE pela disposição de RSU

Em função da metodologia adotada, foram reunidos os dados necessários para o cálculo da estimativa de emissões de gases de efeito estufa, selecionados das fontes de informações mencionadas na metodologia.

6.6.1 Fração DOC Dissolvida (DOC_f), Fator de Correção do Metano (MCF) e Fração do Metano no Biogás (F)

Os resíduos sólidos do aeroporto são destinados para um aterro sanitário, portanto, de acordo com a Tabela 2, o valor adotado para o MCF é igual a 1,0.

A fração do metano no biogás também é fornecida pelo guia do IPCC (2006), cujo valor adotado é de 0,5. Tal valor foi utilizado para o cálculo da estimativa de gases emitidos deste trabalho.

6.6.2 Constante de geração de metano (k) e Fator de Oxidação (OX)

Considerando que o aterro sanitário para o qual os resíduos do AITN são destinados está localizado no município de Sabará – MG, considerou-se que a temperatura média anual é superior a 20°C e a precipitação média anual superior a 1000 mm, tomando como referência os estudos da EMBRAPA (2015) e INMET (2015). Portanto, o clima considerado para este estudo foi o tropical úmido.

O tipo de resíduo tratado no presente trabalho configura-se como sendo de composição misturada, uma vez que são encontradas frações de papéis e tecidos, madeiras, resíduos provenientes de varrição dos jardins e restos alimentares. Dessa forma, considerando o clima tropical úmido, o *default* do IPCC (2006) apresenta um valor correspondente a 0,17 e o intervalo entre 0,15 e 0,2.

A partir das informações provenientes de outros estudos e usualmente utilizados em inventários de emissão de gases, considerou-se para este trabalho o valor de k igual a 0,17 conforme o *default*.

O fator de oxidação, de acordo com o IPCC (2006), diz respeito à quantidade de metano dos aterros que é oxidada no solo ou por outro tipo de material utilizado na cobertura do resíduo. Ainda de acordo com o guia, foi recomendado que fosse utilizado para os aterros sanitários que atendem a uma população superior a 1.000.000 de habitantes, o valor deste fator corresponderia a 0,1. Dessa forma, tendo em vista que o aterro sanitário de Macaúbas atende aos municípios de Belo

Horizonte, Sabará, Caeté, Nova Lima, Ibirité e Pedro Leopoldo, a população atendida é superior à 1.000.000 de habitantes, portanto, o fator de oxidação utilizado neste trabalho é de 0,1.

6.6.3 Carbono Orgânico Degradável (DOC_(x))

Dessa forma, a partir dos valores das frações dos componentes dos resíduos que fazem parte da composição gravimétrica do AITN, o valor do DOC_(x) calculado conforme apresentado pela Equação 4, é igual a 0,153357 tC/tRSU.

6.7 Quantidade de CH₄ emitida

Para estimar a emissão de metano pelos resíduos gerados no AITN, precisa-se considerar a quantidade de metano que foi recuperado pelo aterro sanitário. Através de informações fornecidas pela Central de Tratamento de Resíduos Macaúbas S.A, sabe-se que o aterro consegue recuperar 380.000 toneladas de CO₂ por ano, o equivalente a 15.200 toneladas de CH₄ por ano, uma vez que o potencial de aquecimento global do metano é 25 vezes o potencial do dióxido de carbono (CETESB, 2010).

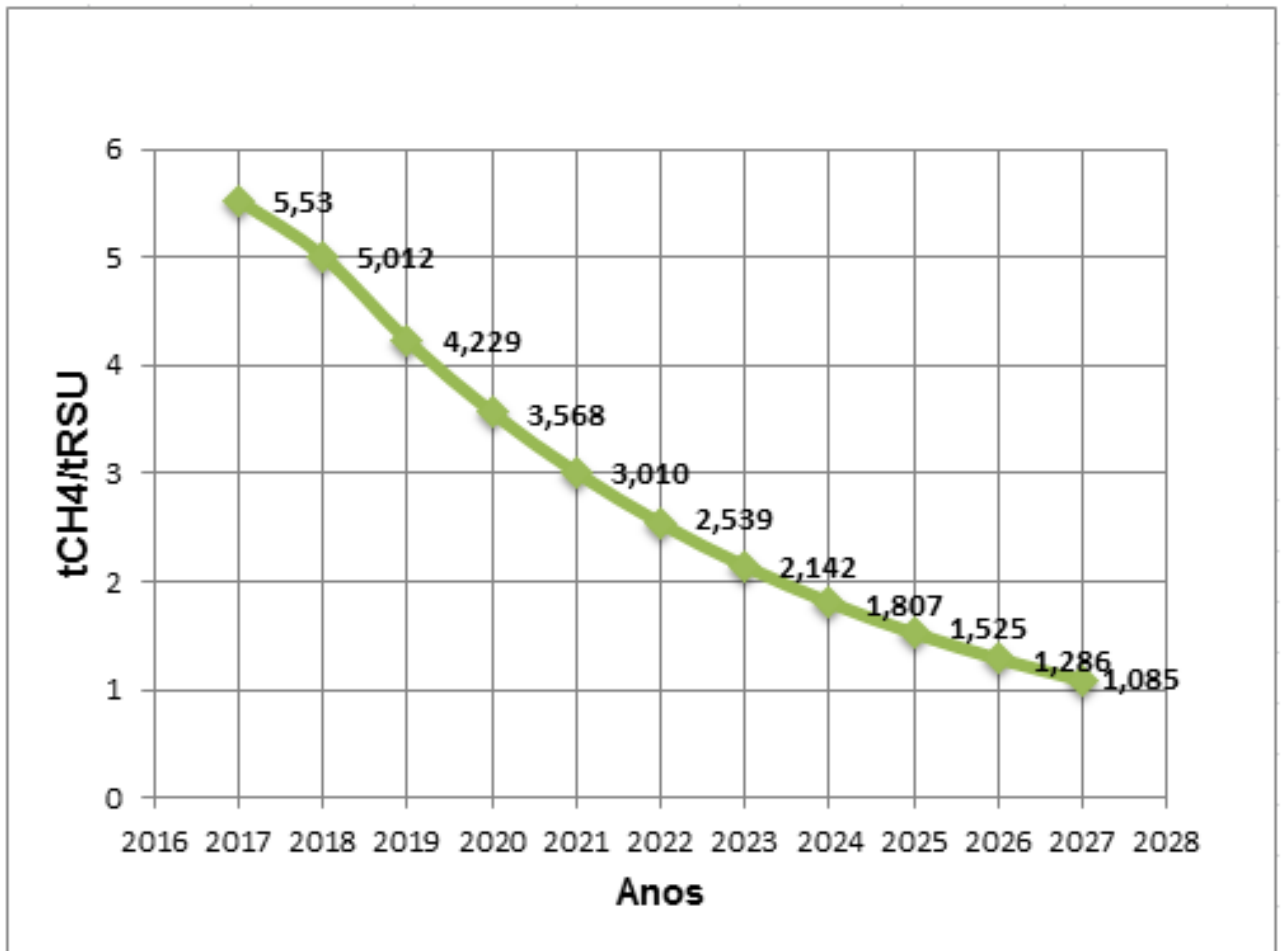
No entanto, esse valor corresponde ao total de resíduos que são destinados ao aterro e não apenas ao que é gerado no aeroporto. Dessa forma, foi realizada uma relação do total de resíduos recebidos no aterro de diversas procedências com a quantidade de resíduos que são destinados apenas do aeroporto para o aterro. De acordo com dados fornecidos pelo aterro, são recebidos um total de 3.500 toneladas de resíduos por dia, o equivalente a 1.277.500 toneladas por ano.

O aeroporto, no período de 2017 a 2018, de acordo com as informações prestadas pela BH Airport, enviou cerca de 1.633,72 toneladas de resíduos ao aterro. Assim, foram recuperadas aproximadamente 485,96 toneladas de CO₂ entre 2017 e 2018, sendo o equivalente a 19,44 toneladas de CH₄ para o mesmo período.

Aplicando a Equação 1 da metodologia do guia do IPCC (2006), obteve-se uma quantidade de 5,53 tCH₄/ano, o equivalente a 138,34 tCO₂ equivalente/ano. Cabe ressaltar que, na metodologia do IPCC (2006), é possível realizar a estimativa de decaimento do CO₂, calculando-se a emissão para cada ano que deseja-se inventariar. Para este trabalho, utilizou-se a ferramenta do GHG Protocol (GHG

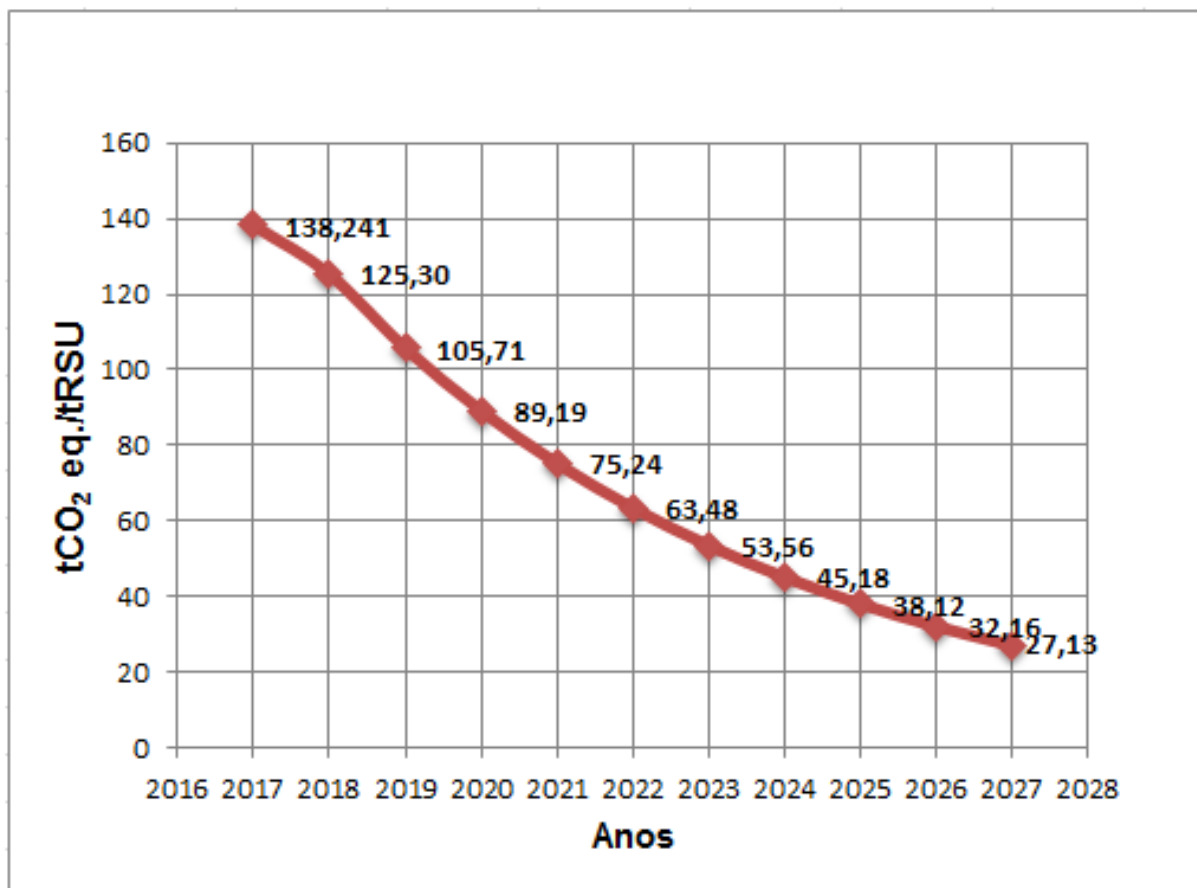
Protocol, 2018) foi possível realizar a estimativa de decaimento para diferentes anos após a disposição final. Essa ferramenta baseia-se na metodologia do IPCC (2006) A Figura 9 apresenta uma estimativa de CH₄ em tCH₄/RSU por ano, para um cenário de 10 anos.

Figura 9 – Gráfico de decaimento do CH₄ em um cenário de 10 anos



Fonte: Autora

O mesmo pode ser realizado com o CO₂ equivalente. Dessa forma, a Figura 10 apresenta a estimativa de CO₂ equivalente em tCO₂/tRSU por ano.

Figura 10 – Gráfico de decaimento do CO₂ em um cenário de 10 anos

Fonte: Autora

Os gráficos apresentados pelas Figuras 9 e 10 representam o valor em toneladas da quantidade de gases que sofreu decaimento ao longo dos anos. De acordo com o IPCC (2006), as emissões que são provenientes da disposição final em aterros sanitários são maiores nos primeiros anos e, depois, declinam gradualmente, uma vez que o carbono orgânico degradável é consumido pelas bactérias, que por sua vez, são responsáveis pelo decaimento. Por isso, considerando um período de 10 anos, observa-se que a quantidade de gases emitida pela disposição em 2017 foi de 1,085 tCH₄/tRSU e 27,13 tCO₂/tRSU.

6.8 Emissão evitada de GEE a partir dos resíduos recicláveis

É preciso considerar, ainda, que no AITN são realizados programas de reciclagem de alguns resíduos gerados, como o plástico e o papel. Dessa forma, é possível estimar a quantidade de GEE que deixam de ser emitidos, uma vez que

esses resíduos não são destinados ao aterro sanitário e, passam pelo processo de reciclagem.

Essas estimativas são importantes para diversos estudos envolvendo resíduos sólidos, uma vez que, além das vantagens ambientais da promoção dessa prática, ressaltam-se os benefícios socioeconômicos, já que são geradas mais oportunidades de emprego para as cooperativas e catadores de materiais recicláveis. Além disso, é preciso destacar, ainda, a diminuição da dependência de aterros sanitários para destinação final, contribuindo para o aumento de sua vida útil, e a própria redução da emissão dos gases de efeito estufa que podem estar contribuindo com as alterações climáticas globais.

Para este trabalho, não foi possível obter a quantidade de materiais destinados à reciclagem no período considerado para a elaboração do inventário. Porém, a partir dos dados fornecidos pela BH Airport de agosto de 2014 a abril de 2018, foi possível estimar a quantidade de resíduos destinados à reciclagem, que foram apresentados na Figura 6.

A partir desses dados, utilizando a metodologia de estimativa de gases do IPCC, foi calculada a quantidade de gases emitidos para cada fração de resíduo. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Emissões evitadas de CO₂ equivalente e CH₄ por meio da reciclagem/reaproveitamento

GEE	Papel	Madeira	Total
tCH₄/ano	2,652	0,009	2,662
tCO₂ eq./ano	66,304	0,237	66,541

Fonte: Autora

Dessa forma, com as atividades de reciclagem dos materiais como papel e paletes de madeira produzidos pelo aeroporto, a quantidade de CH₄ que deixa de ser emitida no aterro sanitário é de 2,66 tCH₄/tRSU por ano, o equivalente a 66,54 tCO₂eq./tRSU por ano. Esses resultados indicam uma necessidade de ampliar os programas de reciclagem em diversos setores, não apenas nos aeroportos, visto

que, se realizados em grandes centros urbanos, com uma participação efetiva de apoios políticos governamentais, a quantidade de emissões evitadas de gases de efeito estufa serão cada vez maiores.

6.9 Avaliação e propostas de melhoria para o gerenciamento e manejo dos resíduos realizados no AITN

Tendo em vista a PNRS (BRASIL, 2010), o gerenciamento dos resíduos sólidos envolve todo um conjunto de ações realizadas, que dizem respeito às etapas de segregação, acondicionamento, coleta, transbordo (em certos casos, essa etapa é dispensável), transporte, tratamento e destinação final ambientalmente correta. Por outro lado, quando se fala em gestão de resíduos sólidos, o objetivo é buscar soluções para os resíduos considerando as esferas política, social, cultural, tecnológica e ambiental.

No Aeroporto Internacional Tancredo Neves, a segregação de resíduos é realizada pelos funcionários, e pelos próprios usuários, uma vez que em todos os andares e em diversos pontos há a presença de lixeiras separadas para cada tipo de resíduo gerado. O acondicionamento, também realizado pelos funcionários do aeroporto, é feito de acordo com a RDC ANVISA nº56/2008. Essas informações foram obtidas através de uma visita informal ao aeroporto.

Os dados acerca da coleta e transporte atuais do aeroporto não foram obtidos, por isso, foram consideradas como base para este estudo as informações dos trabalhos anteriores.

No que concerne às etapas de tratamento e disposição, a BH Airport disponibilizou os dados de cada etapa por tipo de resíduo, separados por grupo. As informações estão apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Tratamento e Disposição dos resíduos gerados no AITN durante junho de 2017 e maio de 2018, por grupo e de acordo com o tipo de resíduo

Grupo	Tipo	Tratamento/Disposição Final	Quantidade (Kg)
A	Resíduos orgânicos de bordo (Voo Internacional); Resíduos sanitários de bordo; Resíduos de origem animal ou vegetal, apreendidos pelo Órgão Fiscalizador.	Autoclavagem	57.262,70
	Resíduos de serviços de saúde gerados no posto médico.	Incineração	1.592,26
B	Resíduos, embalagens químicas e contaminadas com óleo, tinta, solvente, produtos químicos.	Coprocessamento	20.490,00
	Óleo lubrificante usado - Manutenção frota.	Rerrefino	1.299,34
	Resíduos contaminados.	Aterro Industrial Classe I	160.730,00
	Resíduos eletroeletrônicos.	Descontaminação e Reciclagem	4.278,10
	Pneus inservíveis.	Reciclagem	3.410,00
C	Lâmpadas geradas no aeroporto.	Descontaminação e Reciclagem	1.274,40
	-	-	-
	Resíduos recicláveis gerados no aeroporto.	Doação a catadores	320.053,00
	Resíduos não recicláveis gerados no aeroporto.	Aterro Sanitário	1.633.720,00
D	Resíduos não passíveis de reciclagem provenientes de construção civil.	Aterro Industrial	132.120,00
	Materiais comuns, apreendidos pelo Órgão fiscalizador, que devem ser inutilizados/incinerados.	Incineração	42,20
	Caixa de Gordura.	Coprocessamento	20.520,00
E	Uniformes usados BH Airport.	Reciclagem/Logística Reversa	500,00
	Perfurocortantes gerados no posto médico.	Incineração	52,40

Fonte: Autora
Dados obtidos da BH Airport (2018)

Diante das informações contidas na Tabela 13, nota-se que existem medidas de tratamento e destinação final bastante diversificadas. A presença de alguns processos, como o coprocessamento e o rerrefino, demonstra a adoção de alternativas eficientes inclusive para os resíduos que apresentam certa complexidade em serem dispostos de maneira ambientalmente correta.

No entanto, a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários é considerável, o que pode prejudicar a vida útil desses locais, além de aumentar a quantidade de emissões de gases de efeito estufa. Nesse sentido, vale considerar a

possibilidade de aumentar os programas de coleta seletiva já existentes no aeroporto, ampliando para as demais empresas de aviação o programa já consolidado pela Azul Linhas Aéreas no recolhimento das latinhas utilizadas durante os voos, por exemplo. Outro fator que deve ser considerado a respeito dos resíduos destinados ao aterro sanitário é a grande quantidade de resíduos do grupo D, uma alternativa para esses resíduos seria o envio dos orgânicos para locais que já realizam a compostagem, como na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040 ou mesmo em Organizações não Governamentais (ONGs), uma vez que a criação de composteiras nas imediações do aeroporto podem se tornar uma prática inviável devido ao aparecimento de aves que não são permitidas nos aeroportos.

Outro ponto a ser considerado são os resíduos de construção civil destinados a aterros industriais. Para a fração não perigosa desses tipos de resíduos, há a opção de recolhimento e destinação adequados do entulho com reaproveitamento realizada pela Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040. As Estações de Reciclagem de Entulho têm como objetivo transformar os resíduos da construção civil em agregados reciclados, que podem substituir a brita e a areia em elementos da construção civil que não tenham função estrutural. Desse modo, ficaria viável uma parceria entre a Prefeitura de Belo Horizonte e a BH Airport na destinação desses resíduos, que dentre outras vantagens, diminuiria custos para a empresa, além de reduzir a quantidade de resíduos destinados aos aterros. No entanto, de acordo com as informações fornecidas pela BH Airport, os resíduos que são destinados aos aterros industriais são aqueles não passíveis de reciclagem. Nesse sentido, no que tange os resíduos perigosos, provenientes da construção civil, como tintas solventes e óleos, esses devem ser encaminhados para os aterros industriais. Assim, seria interessante a realização de uma segregação prévia desses materiais, para que aqueles que não sejam resíduos perigosos, como os provenientes de reformas, reparos e demolições, não tenham uma destinação semelhante aos perigosos.

As práticas realizadas pelo AITN, como um todo, estão de acordo com as legislações e normas específicas e em concordância com a PNRS (BRASIL,2010). Ressalta-se que não foi possível ter acesso ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para consulta, apenas trabalhos acadêmicos e publicações sobre o tema.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O crescimento no movimento de passageiros desde a transferência dos voos do Aeroporto Carlos Drummond de Andrade (Pampulha) para o Aeroporto Internacional Tancredo Neves, em 2005, refletiu de maneira direta no aumento da quantidade de resíduos gerados. É sabido que os aeroportos apresentam funções urbanas muito importantes no que tange o desenvolvimento econômico regional e na oferta de mobilidade urbana com certa eficiência.

Diversos estudos sobre os resíduos sólidos em aeroportos demonstraram a grande semelhança entre essas localidades e os centros urbanos, devido, principalmente, a diversificação da tipologia dos resíduos gerados. Essa similaridade tem ficado cada vez mais evidente quando comparados os aeroportos com as cidades com maior grau de desenvolvimento e industrialização. Percebeu-se que, no AITN, a geração de resíduos orgânicos no período de 2017 e 2018 tem diminuído, mesmo que ainda prevalecendo em maiores proporções que os demais, se comparados com estudos anteriores realizados por Hatem (2003) e Passos et al. (2013). Nesse mesmo contexto, observou-se também um aumento significativo nos resíduos plásticos, que são encontrados em grandes proporções nos países com maior desenvolvimento.

Acompanhando o referido crescimento no movimento de passageiros e consequente aumento na geração de resíduos, o gerenciamento dos resíduos do AITN precisa ser melhorado, principalmente no que diz respeito ao índice de resíduos que são destinados aos aterros sanitários. A quantidade de resíduos que tem os aterros como destino é bem expressiva podendo afetar diretamente na diminuição da vida útil dos mesmos, bem como auxiliar no aumento das emissões de gases de efeito estufa.

Em contrapartida, o AITN apresenta um programa bastante consolidado de coleta seletiva, em que os principais resíduos reciclados são o papel, plástico e paletes de madeira. O desenvolvimento e ampliação deste programa poderá servir como forma de gerenciar e neutralizar as emissões de GEE no aeroporto. Portanto, para que o projeto alcance resultados mais expressivos, é necessário estabelecer metas de ampliação da coleta seletiva de acordo com os recursos da empresa, para que essa prática possa aumentar de forma gradual com o intuito de alcançar um maior percentual de neutralização de emissão de gases cada vez maior. A

viabilização do projeto depende da contribuição de todos os setores da empresa, principalmente daqueles que produzem uma maior quantidade de resíduos, como restaurantes e lanchonetes.

Com base na PNRS, o gerenciamento dos resíduos do AITN, a partir das informações disponibilizadas pela BH Airport e o acesso a publicações e trabalhos acadêmicos sobre o tema, está em conformidade com a legislação vigente. Percebeu-se um atendimento às normas no que tange o manuseio dos resíduos de forma adequada, além de existir a divulgação das ações realizadas no fomento aos programas de reciclagem.

Propõe-se, ainda, na tentativa de ampliar o programa de reciclagem, incentivos às demais companhias aéreas no auxílio à segregação dos resíduos provenientes dos voos, tanto domésticos quanto internacionais, assim como é realizado pela empresa Azul Linhas Aéreas na separação das latinhas de alumínio. Muitas latinhas são encaminhadas para as autoclaves para descontaminação, principalmente àquelas provenientes de áreas endêmicas e voos internacionais, e posteriormente são destruídas e enviadas para incineradores. O que é proposto, nesse sentido, é a inserção dessas latinhas no programa de reciclagem do aeroporto, aumentando ainda mais a quantidade de recicláveis.

Assim, recomenda-se também a continuidade desses estudos com informações mais atualizadas do ponto de vista das estimativas de emissão de gases de efeito estufa, com o objetivo de aprimorar os inventários de GEE para que estes possam ser desenvolvidos em outros aeroportos. Dessa forma, os próximos relatórios terão um maior grau de detalhamento metodológico e informacional, servindo como base para a implantação de projetos de gestão de resíduos mais eficientes e que podem auxiliar na mitigação dos impactos negativos decorrentes da emissão dos gases de efeito estufa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC. **Demanda detalhada dos aeroportos brasileiros**. 2005. Disponível em <<http://www.anac.gov.br/acesso-a-informacao/biblioteca/arquivos/demandadetalhadavolii2005.pdf>>. Acesso em 11 mar. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução ANVISA RDC nº 217 de 21 de novembro de 2001: Regulamento Técnico com vistas à promoção de vigilância sanitária nos portos de controle sanitário instalados no território nacional. **Diário Oficial da União; Poder Executivo**. Brasília, DF, 22 dez. 2000. Disponível em <<http://igeologico.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/Res.Anvisa217-01.pdf>>. Acesso em 22 ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução ANVISA RDC nº 351 de 20 de dezembro de 2002: Para fins da Gestão de Resíduos Sólidos em Portos, Aeroportos e Fronteiras. **Diário Oficial da União; Poder Executivo**. Brasília, DF, 23 dez. 2002. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_351_2002_COMP.pdf/7b6ae917-ed32-4651-adc7-b4db7b33a81d>. Acesso em 20 ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução ANVISA RDC nº 2 de 8 de janeiro de 2003: Regulamento Técnico, para fiscalização e controle sanitário em aeroportos e aeronaves. **Diário Oficial da União; Poder Executivo**. Brasília, DF, 13 jan. 2003. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_02_2003_COMP.pdf/0c241be0-91c9-485d-bc4c-24ca2d1c20a0>. Acesso em 20 ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução ANVISA RDC nº 202 de 20 de dezembro de 2005: Revoga os artigos 3º e 4º e os Anexos da Resolução - RDC nº. 351, de 20 de dezembro de 2002. **Diário Oficial da União; Poder Executivo**. Brasília, DF, 14 out. 2005. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_302_2005_COMP.pdf/708e853-afae-4729-948b-ef6eb3931b19>. Acesso em 20 ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução ANVISA RDC nº 56 de 6 de agosto de 2008: Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados. **Diário Oficial da União; Poder Executivo**. Brasília, DF, 07 ago. 2008. Disponível em <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/res0056_06_08_2008.html>. Acesso em 20. Ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução ANVISA RDC nº 222 de 29 de março de 2018: Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União; Poder Executivo**. Brasília, DF, 29 mar. 2018. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3427425/RDC_222_2018_.pdf/c5d3081d-b331-4626-8448-c9aa426ec410>. Acesso em 20 ago. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2016. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7.500/2001**. Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8.419/1992**. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8.843/1996**. Aeroportos - Gerenciamento de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9.190/1993**. Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Classificação. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9.191/2008**. Sacos plásticos para acondicionamento de lixo - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.004/2004**. Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.005/2004**. Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.006/2004**. Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de solubilizados sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.007/2004.**
Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 11.174/1990.**
Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 11.175/1990.**
Incineração de resíduos sólidos perigosos - Padrões de desempenho. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.809/2013.**
Resíduos de serviços de saúde - Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12.810/2016.**
Coleta de resíduos de serviços de saúde. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12.235/1992.**
Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13.221/2003.**
Transportes terrestres de resíduos. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13.463/1995.**
Coleta de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13.853-1/2018.** Recipientes para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes - Requisitos e métodos de ensaio Parte 1: Recipientes descartáveis. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13.896/1997.**
Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15.849/2010.**
Resíduos sólidos urbanos - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT **ISO 14.064-1/2007**. Gases de Efeito Estufa. Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. LOCAL E DATA

BARREIRA, L. P. **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processo de produção**. 2005. 204 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saúde Pública, Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2005.

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

BH Airport. **Institucional**. 2018. Disponível em: < <http://www.bh-airport.com.br/br/p/1/home.aspx>>. Acesso em 10 abr. 2018.

BIDONE, R. F.; POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. São Carlos: EESC-USP, 1999. 120 p.

BLÁZQUEZ, J. G. El desarrollo de la normativa en el transporte aéreo. **Ambiente y desarrollo sostenible. Cáceres, Espanha: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura**, 2002.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: O Desafio do Desenvolvimento Sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 332 p.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007: Política Nacional de Saneamento Básico. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 jan. 2007. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em 30 abr. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: Política Nacional de Resíduos Sólidos. Dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluído os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 28 abr. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 2, de 22 de agosto de 1991. Dispõe sobre o tratamento a ser dado às cargas deterioradas, contaminadas ou fora de especificações. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 set. 1991. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=116>>. Acesso em 25 ago.2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 6, de 19 de setembro de 1991. Dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos. . **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 out. 1991. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1991_006.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 5, de 5 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 ago. 2003. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=130>>. Acesso em 15 ago. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 4, de 9 de outubro de 1995. Estabelece que as propriedades vizinhas dos aeródromos e as instalações de auxílio à navegação aérea estão sujeitas a restrições especiais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 dez.1995. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=454>> . Acesso em: 10 jun. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 23, de 12 de dezembro de 1996. Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos perigosos e seu Depósito. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 jan. 1997. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=222>> . Acesso em: 10 jun. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 228, de 20 de agosto de 1997. Dispõe sobre a importação, em caráter excepcional, de desperdícios e resíduos de acumuladores elétricos de chumbo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 ago. 1997. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=228>>. Acesso em 30 mai.2018.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 235, de 7 de janeiro de 1998. Altera o anexo 10 da Resolução CONAMA nº 23, de 12 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 06 jan. 1998. Disponível em:

<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=235>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jan. 2001. Disponível em

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>> . Acesso em: 29 abr. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 set. 2002. Disponível em:

<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em 14 abr. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 nov. 2002. Disponível em:

<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=338>>. Acesso em 29 abr. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2004, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 ago. 2004. Disponível em:<

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em 30 abr. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Revoga as disposições da Resolução no 5/93, que tratam dos resíduos sólidos oriundos dos serviços de saúde, para os serviços abrangidos no art. 1o desta Resolução e revoga a Resolução no 283/01. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04 mai. 2005. Disponível em <

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>> . Acesso em: 29 abr. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jun. 2005. Disponível em:<

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>>. Acesso em 13 abr.2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 386, de 27 de dezembro de 2006. Altera o art. 18 da Resolução CONAMA no 316, de 29 de outubro de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 dez. 2006. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=524>>. Acesso em 15 mai. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05 nov. 2008. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>>. Acesso em 14 mai. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 out. 2009. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 431, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3o da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 mai. 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em 15 jun. 2018.

BRIANEZI, D. **Estocagem e compensação de carbono pelas árvores do campus-sede da Universidade Federal de Viçosa**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) -Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. p. 91-149; 2012.

COENTRO, R. M. C. L.; DEMANBORO, A. C. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO AEROPORTO DE CONGONHAS-SP. **Reverte-Revista de Estudos e Reflexões Tecnológicas da Faculdade de Indaiatuba**, n. 15, 2017.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Emissões de Gases de Efeito Estufa no Tratamento e Disposição dos Resíduos**. São Paulo: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 2, p. 143-161, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – INFRAERO. **Aeroporto Internacional Tancredo Neves 2014**. Disponível em <<http://www4.infraero.gov.br/aeroportos/aeroporto-internacional-de-confins/>> Acesso em 30 abr. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – INFRAERO. **Histórico do Aeroporto de Congonhas. 2010**. Disponível em <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/aeroportos/sao-paulo/aeroporto-de-sao-paulo--congonhas/historico.html>> Acesso em 31 mai. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – INFRAERO. **Relatório Anual 2016**. Disponível em <http://www4.infraero.gov.br/media/551573/relatorio_2016.pdf> Acesso em 30 abr. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – INFRAERO. **Aeroporto de Londrina** Disponível em <<http://www4.infraero.gov.br/aeroportos/aeroporto-de-londrina-governador-jose-richa/sobre-o-aeroporto/historico/>> Acesso em 02 mai. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Banco de Dados Climáticos do Brasil**. 2015. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/balanco/index/index_mg.html>. Acesso em: 14 nov. 2018.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Orientações básicas para operação de aterro sanitário**. 2006. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Cartilha%20Aterro2.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Compostagem Familiar**. 2009. Disponível em: <http://agriculturaurbana.org.br/boas_praticas/textos_compostagem/Manual_Compostagem_FUNASA.pdf>. Acesso em: 7 mai. 2017.

GHGPROTOCOLBRASIL. **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa**. 2018. Disponível em <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br>>. Acesso em: 31 mai. 2018.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

HALL, G.; LEE, J. **Making Advances in Carbon Management - Best practice from the Carbon Information Leaders**. A Joint CDP and IBM study, 2008. Disponível em <<<https://www.cdp.net/CDPResults/making-advances-in-carbon-management-2008-joint-cdpibm-study.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2018.

HATEM, R. S. **Avaliação dos resíduos sólidos gerados nos principais aeroportos da região metropolitana de Belo Horizonte-MG**. 2003. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

HENRIQUES, R. M. Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos: uma abordagem tecnológica. **Rio de Janeiro-RJ, Planejamento Energético-COPPE/UFRJ**, 2004.

HISATUGO, E; MARÇAL JÚNIOR, O. Coleta seletiva e reciclagem como instrumentos para conservação ambiental: um estudo de caso em Uberlândia, MG. **Sociedade & Natureza**, v. 19, n. 2, 2007.

IMPrensa Oficial de Minas Gerais – IOF. **Movimento de passageiros cresceu 1.200% em Confins de 2005 a 2009**. Disponível em: <<http://www.iof.mg.gov.br/index.php?/acao-do-governo/acao-do-governo-arquivo/Movimento-de-passageiros-cresceu-1.200-em-Confins-de-2005-a-2tm009.hl>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme**, EGGLESTON, H. S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. (eds). Published: IGES, Japan. 2006.

KUNZ, J. G.; DE CONTO, S. M.; DEMORI, M. K. A geração de resíduos sólidos aeroportuários e suas interfaces com o turismo: o caso do Aeroporto Hugo Cantergiani, Caxias do Sul-RS, Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 9, n. 1, p. 59-75, 2015.

LIBÂNIO, P. A. C. Avaliação da eficiência e aplicabilidade de um sistema integrado de tratamento de resíduos sólidos urbanos e de chorume. **Belo Horizonte**, 2002.

MACEDO, I.C. et al. **Balanço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil**. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2004.

MANSUR, G. L.; MONTEIRO, J. H. R. P. **O que é preciso saber sobre limpeza urbana**. Rio de Janeiro: Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas do Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Disponível em: <
<http://www.resol.com.br/cartilha/> >. Acesso em: 30 abr. 2018.

MARCHEZI, R.S.M.; AMARAL, S.P. O Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo—MDL: Conceito e Uso do MDL no Mundo e no Brasil. **Revista Eletrônica de Gestão de Negócios—eGesta**, v. 4, n. 1, p. 94-123, 2008.

MEDAU, J. C. **Análise de capacidade do lado aéreo de aeroportos baseada em simulação computacional: aplicação ao Aeroporto de São Paulo-Congonhas**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 52, de 14 de dezembro de 2001. Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências. **Diário do Executivo**, Minas Gerais, MG, 15 dez. 2001. Disponível em:
<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5479>. Acesso em: 11 abr. 2018.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº118, 27 de junho de 2008. Altera os artigos 2º, 3º e 4º da Deliberação Normativa 52/2001. Estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, e dá outras providências. **Diário do Executivo**, Minas Gerais, MG, 01 jul. 2008. Disponível em:
http://www.feam.br/images/stories/arquivos/DN/deliberacao_normativa_copam_118.pdf. Acesso em: 12 mai. 2018.

MINAS GERAIS. Lei nº 18.031/2009, de 12 de janeiro de 2009: Política Estadual de Resíduos Sólidos. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. . **Diário do Executivo**, Minas Gerais, MG, 13 jan. 2009. Disponível em <
<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>> . Acesso em 29 abr.2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/E99F974D/Doc_PNRS_consultaspublicas1.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Acordo de Paris**. 2018. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

MOREIRA, H.M.; GIOMETTI, A.B.R. Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa. **Contexto internacional**, p. 9-47, 2008.

MOREIRA NETO, R. F.; PASSOS, R.G.; ALMEIDA, R.S.S.P; FERNANDES, T. Índices de Geração de Resíduos Sólidos em Aeroportos de Médio e Pequeno Porte em Minas Gerais/Brasil In: 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015. **Anais**. Rio de Janeiro - RJ: ABES, 2015.

MORGADO, T. C.; FERREIRA, O. M. **Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos, Aproveitamento na Co-geração de Energia. Estudo para a Região Metropolitana de Goiânia**. 2012.

OTTO, H. R; LOPES, J. C. J. Estimativas das emissões de CH₄ em aterro sanitário: O caso do aterro sanitário de municipal de Campo Grande - MS. **VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Campo Grande, 2017.

PALHARES, G. L. **Transporte aéreo e turismo: gerando desenvolvimento socioeconômico**. Aleph, 2001.

PASSOS, R. G.; MOREIRA NETO, R. F.; ALMEIDA, Rafael Soares de Souza Pimenta. Gerenciamento de Resíduos em Aeroporto Internacional de Grande Circulação: Aspectos Quantitativos, Contribuição Per Capita e Projeções Futuras. In: **27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2013, Goiânia - GO. **Anais**. Rio de Janeiro - RJ: ABES, 2013.

PINHO, I. P. R. **Inventário e gerenciamento de emissões de gases de efeito estufa na indústria de bebidas: um estudo de caso no Brasil**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G. Desempenho Operacional e Ambiental de Unidades de Reciclagem e Disposição Final de Resíduos Sólidos Domésticos financiadas pelo ICMS Ecológico de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 1, p.52-61, mar. 2007.

RAUBER, M. E. 2011. Apontamentos sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal 12.305, de 02/08/2010. **Revista Eletrônica Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v.4. n. 4, Disponível em: Acesso em: 29 abr. 2018.

ROCHA, S. D. F.; LINS, V.F.C.; SANTO, B. Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2011.

ROQUE, D. F.D.; HOGEM, K. C.O; RODRIGUES, T.S.N. Inventário da Emissão de Gases De Efeito Estufa Pelo Manejo De Resíduos Sólidos No Distrito Federal No Período De 1990 A 2005. **Blucher Engineering Proceedings**, v. 3, n. 2, p. 927-936, 2016.

RUSSO, M. A. T. Tratamento de resíduos sólidos. **Universidade de Coimbra-Faculdade de Ciências e Tecnologia–Departamento de Engenharia Civil**, 2003.

SCHNEIDER, S. C. R. F. **Gerenciamento de resíduos sólidos em aeroportos estudo de caso Aeroporto Internacional Salgado Filho**. 2004. Dissertação (Mestrado).

SCHNEIDER, V. E. et al. Tratamento de resíduos de serviços de saúde via esterilização por vapor úmido e alto vácuo associado a microondas-análise da eficiência do processo em um estabelecimento hospitalar. In: **Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, 27. ABES, 2000. p. 1-7

HINOTSUKA, L. Y.; NAKAGAWA, M. I. **Avaliação do Ciclo de Vida da Incineração de um Resíduo Sólido Urbano**. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.12, n.4, p. 515-523, out. /dez. 1996.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – SEEG. **Análise das emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o acordo de Paris**. Disponível em < <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/WIP-16-09-02-RelatoriosSEEG-Sintese.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2018.

TCHOBANOGLIOUS, G. Solid waste Management. In NEMEROW, N.L., AGARDY, F.J., SULLIVAN, P., SALVATO, L. **Environmental Engineering – Environmental**

Health and Safety for Municipal Infrastructure, Land Use and Planning, and Industry. 6. Ed. Hoboken: Wiley,2009.

TRISTÃO, J. A. M.; S. J. J. V.; TRISTÃO, V.T. V. Gestão ambiental de resíduos de óleos lubrificantes: o processo de rerrefino. **Anais eletrônicos**, 2005.

UPHAM, P. **Environmental capacity and airport operations: current issues and futures prospects.** Journal of Transport Management (2005) 145-151.

VENTURA, K. S. **Diagnóstico dos resíduos sólidos de transportes aéreos e aquaviários.** 2012.

WRI. **World Resources Institute Carbon Dioxide (CO2) Inventory Report For Calendar Year 2008.** 2010. Disponível em: <https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/pdf/wri_co2_inventory_report_2008.pdf?_ga=2.177045029.1870743068.1542402936-1179117804.1542402936>. Acesso em: 31 maio 2018.