



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

MOISÉS ALVES DE ARÁUJO JÚNIOR

INDICADORES DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM  
AEROPORTOS BRASILEIROS

RECIFE – PE  
JULHO/2023

MOISÉS ALVES DE ARAÚJO JÚNIOR

INDICADORES DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM  
AEROPORTOS BRASILEIROS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental. Área de concentração: Tecnologia e Gestão de Meio Ambiente – Linha de Pesquisa: Controle e Remediação da Poluição.

Orientador: Prof. Dr. Valmir Cristiano Marques de Arruda

Coorientadora: Prof. <sup>a</sup> Dra. Rosângela Gomes Tavares

RECIFE – PE

JULHO/2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A663i

Araújo Júnior, Moisés

Indicadores de gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros / Moisés Araújo Júnior. - 2023.  
61 f. : il.

Orientador: Valmir Cristiano Marques de Arruda.

Coorientadora: Rosangela Gomes Tavares.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Recife, 2023.

1. Transporte aéreo. 2. resíduos. 3. indicadores. 4. gestão. I. Arruda, Valmir Cristiano Marques de, orient. II. Tavares, Rosangela Gomes, coorient. III. Título

CDD 620.8

---

MOISÉS ALVES DE ARÁUJO JÚNIOR

INDICADORES DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM AEROPORTOS  
BRASILEIROS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental. Área de Concentração: Tecnologia e Gestão de Meio Ambiente – Linha de Pesquisa: Controle e Remediação da Poluição.

Aprovada em 31 de julho de 2023.

---

Prof. Dr. Valmir Cristiano Marques de Arruda  
Presidente da Banca e Orientador

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Simone Machado Santos  
PRODEMA/UFPE/CCAA

---

Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda  
PPEAMB/UFRPE

*O otimismo é uma sabedoria e, também o primeiro passo para se alcançar os objetivos.  
(Autor desconhecido).*

## AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar, pela benção de gozar de saúde para encarar o desafio de ingressar em um Programa de Pós-Graduação e a possibilidade de obtenção do título de Mestre.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PPEAMB, por proporcionar a oportunidade de aperfeiçoamento pessoal, profissional e acadêmico, mesmo em um dos períodos mais difíceis da história recente, com a pandemia da Covid-19.

Aos queridos, Orientador Prof. Dr. Valmir Arruda e a Coorientadora Prof. <sup>a</sup> Dra. Rosângela Tavares, pela paciência, compreensão e apoio durante todo processo e desenvolvimento das atividades.

À nossa amiga, Vanessa Lima, por todo o empenho e apoio no desenvolvimento da pesquisa, se tornando uma pessoa chave para a conclusão do trabalho.

À Aeroportos Brasil Viracopos S.A por fornecer alguns dados que permitiram o aperfeiçoamento na realização da pesquisa.

Aos meus gestores do Aeroporto Internacional de Viracopos, Carlos Paulino e Marco Beme, pelo incentivo nessa jornada de pesquisa e conhecimento.

À nossa amiga, Carol Mendonça, que foi a responsável por apresentar a possibilidade de participação do processo de seleção no PPEAMB/UFRPE.

Aos meus pais e irmãos, que sempre foram uma referência e orientadores para a indicação dos caminhos mais adequados da vida, sempre com muita humildade e respeito ao próximo.

Por fim e com uma homenagem muito especial, à minha esposa, Emília e aos meus filhos, Pedro e Maria Júlia, por serem a fonte de inspiração da minha vida e por estarem ao meu lado em todos os momentos, sempre com muita compreensão, cumplicidade e carinho.

Certa vez vi um trecho de um filme que dizia: “Deus e a bondade estão nas atitudes das pessoas”, e foi isso que evidenciei nesse período e sou muito grato durante essa jornada de obtenção do título de mestre, pois essa cadeia de apoio e bondade estavam ao meu lado em todos os momentos.

ARAÚJO JÚNIOR, Moisés Alves. **Indicadores de gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2023.

## RESUMO

A geração de resíduos sólidos vem se apresentando como uma problemática mundial, pois, o volume gerado, acompanha de forma gradativa o aumento da população do planeta. Esse fato se torna ainda mais preocupante, quando se avalia países como o Brasil, no qual ainda se convive com a realidade da disposição de resíduos em locais a céu aberto, sem o tratamento adequado. Deste modo e tendo em vista que os diversos ramos de atividade possuem a geração de resíduos, como um aspecto ambiental inerente aos seus processos, se torna relevante estudos específicos, para a análise de cada cenário. Presente em nível global, o transporte aéreo, se configura como uma atividade de relevância econômica, ambiental e social em todos os países. Diante desta realidade é importante analisar e conhecer a geração e o gerenciamento de resíduos sólidos nos aeroportos do território brasileiro, buscando identificar as boas práticas e projetos existentes, bem como as oportunidades de melhorias. O presente estudo tem como objetivo contribuir com o fornecimento de dados associados a indicadores para a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros, com a apresentação da aplicação prática no Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP, considerando a base legal de âmbito federal. Para a pesquisa, foi realizada a coleta de dados secundários através de levantamento bibliográfico, associada a referida temática, além da legislação ambiental vigente no Brasil. Ainda como meta do trabalho, foi realizada a caracterização do aeroporto em que os indicadores foram aplicados, com os dados de volumetria e gravimetria dos resíduos, além do desenvolvimento de estudo bibliométrico para posicionamento do tema no cenário mundial. Foi possível diagnosticar que existem oportunidades de desenvolvimento de novos estudos associados a elaboração de indicadores para a análise da gestão de resíduos sólidos nos aeroportos brasileiros. Ainda, a aplicação dos indicadores no Aeroporto de Viracopos, permitiu identificar que os recursos existentes para o gerenciamento dos resíduos sólidos são adequados e podem ser aprimorados com a implementação de ações pontuais.

**PALAVRAS-CHAVE:** transporte aéreo, gerenciamento, resíduos, análise.

ARAÚJO JÚNIOR, Moisés Alves. **Solid waste management indicators at Brazilian airports**. Master's Thesis in Environmental Engineering – Federal Rural University of Pernambuco, Recife, 2023.

### **ABSTRACT**

The generation of solid waste has been presented as a worldwide problem because the volume generated gradually accompanies the increase in the population of the planet. This fact becomes even more worrisome when evaluating countries such as Brazil, in which we still live with the reality of waste disposal in open air, without adequate treatment. In this way and considering that the various branches of activity have the generation of waste, as an environmental aspect inherent to their processes, it becomes relevant specific studies for the analysis of each scenario. Present at a global level, air transport is configured as an activity of economic, environmental, and social relevance in all countries. Given this reality, it is important to analyze and know the generation and management of solid waste at airports in the Brazilian territory, seeking to identify good practices and existing projects, as well as opportunities for improvement. This study aims to contribute to the provision of data and presentation of a proposal of indicators for the analysis of solid waste management in Brazilian airports of class IV, with the presentation of the practical application at the International Airport of Viracopos – Campinas / SP, considering the legal basis of federal scope. For the research, secondary data were collected through a bibliographic survey, associated with this theme, in addition to the environmental legislation in force in Brazil. Also as a goal of the work, the characterization of the airport in which the proposal of indicators was applied was carried out, with the data of volumetry and gravimetry of the residues, besides the development of a bibliometric study for positioning the theme in the world scenario. It was possible to diagnose that there are opportunities for the development of new studies associated with the elaboration of indicators for the analysis of solid waste management at Brazilian airports. Still, the application of the indicators at Viracopos Airport allowed us to identify that the existing resources for solid waste management are adequate and can be improved with the implementation of specific actions.

**Keywords:** air transport, management, waste, analysis.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Distribuição de aeroportos brasileiros classe IV por região.....	18
<b>Figura 2</b> – Fluxograma gestão aeroportuária: geração de resíduos sólidos.....	21
<b>Figura 3</b> – Visão macro da gestão de resíduos sólidos em aeroportos – atração de fauna.....	22
<b>Figura 4</b> – Rota tecnológica – Resíduos Grupo A e E (RDC ANVISA 661/2022).....	24
<b>Figura 5</b> – Rota tecnológica – Resíduos Grupo A e E (Aeroporto de Viracopos).....	25
<b>Figura 6</b> – Rota tecnológica – Resíduos Grupo B (RDC ANVISA 661/2022).....	25
<b>Figura 7</b> – Rota tecnológica – Resíduos Grupo B – Sólidos contaminados com óleo (Aeroporto de Viracopos).....	25
<b>Figura 8</b> – Rota tecnológica – Resíduos Grupo D (RDC ANVISA 661/2022).....	26
<b>Figura 9</b> – Rota tecnológica – Resíduos Grupo D – Não recicláveis (Aeroporto de Viracopos).....	26
<b>Figura 10</b> – Rota tecnológica – Resíduos Grupo D – Recicláveis (Aeroporto de Viracopos).....	27
<b>Figura 11</b> - Aeroporto Internacional de Viracopos, década de 50.....	38
<b>Figura 12</b> – Obras de ampliação Aeroporto Internacional de Viracopos – 2014.....	39
<b>Figura 13</b> – Aeroporto Internacional de Viracopos.....	40
<b>Figura 14</b> – Mapa de localização da área de estudo.....	40
<b>Figura 15</b> – Rodovias e municípios – região do Aeroporto de Viracopos.....	41
<b>Figura 16</b> – Número de publicações para cada região no mapa-múndi.....	42

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Geração per capita de resíduos e aeroportos brasileiros (ano 2019).....	20
<b>Tabela 2</b> – Destinação final de resíduos sólidos – municípios brasileiros (ano 2019).....	20
<b>Tabela 3</b> – Pesquisa bases científicas – palavras-chave: (“solid waste*” AND airport*”).....	29

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Classificação aeroportos – RBAC ANAC nº 153 (emenda nº 06).....	16
<b>Quadro 2</b> – Aeroportos brasileiros – classe IV.....	17
<b>Quadro 3</b> – Classificação resíduos sólidos – RDC ANVISA nº 661/2022.....	19
<b>Quadro 4</b> – Controle de geração de resíduos sólidos – Aeroporto de Viracopos.....	31
<b>Quadro 5</b> – Exemplo de graduação de cenários – análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos.....	32
<b>Quadro 6</b> – Escala de classificação – análise de indicadores de gestão de resíduos sólidos em aeroportos.....	32
<b>Quadro 7</b> – Indicadores para a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros.....	33
<b>Quadro 8</b> – Histórico geração de resíduos sólidos – Aeroporto de Viracopos.....	45
<b>Quadro 9</b> - Parâmetro kg resíduos/movimentação aeronaves – Aeroporto de Viracopos.....	45
<b>Quadro 10</b> – Parâmetro kg resíduos/movimentação cargas – Aeroporto de Viracopos.....	46
<b>Quadro 11</b> – Parâmetro kg resíduos/movimentação passageiros – Aeroporto de Viracopos.....	46
<b>Quadro 12</b> – Análise de indicadores – gestão de resíduos sólidos no Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP.....	51
<b>Quadro 13</b> – Classificação da gestão de resíduos sólidos no Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP .....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Classificação dos documentos selecionados.....	42
<b>Gráfico 2</b> – Distribuição de publicações por instituições.....	43
<b>Gráfico 3</b> – Distribuição de publicações por periódicos.....	43
<b>Gráfico 4</b> – Distribuição dos documentos por ano de publicação.....	44
<b>Gráfico 5</b> – Histórico kg/movimentação de passageiros Viracopos X kg/movimentação de passageiros PLANARES.....	47
<b>Gráfico 6</b> – Percentual composição de resíduos – Aeroporto Internacional de Viracopos – ano 2022.....	48
<b>Gráfico 7</b> – Caracterização gravimétrica resíduos sólidos – Grupo A (toneladas).....	49
<b>Gráfico 8</b> - Caracterização gravimétrica resíduos sólidos – Grupo B (toneladas).....	50
<b>Gráfico 9</b> - Caracterização gravimétrica resíduos sólidos – Grupo D (toneladas).....	50

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. OBJETIVOS .....	15
2.1 Objetivo geral .....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
3.1 Caracterização dos aeroportos brasileiros .....	16
3.2 Classificação de resíduos sólidos em aeroportos .....	18
3.3 Volumetria de resíduos .....	22
3.4 Gravimetria dos resíduos .....	23
3.5 Rotas tecnológicas .....	24
3.6 Desenvolvimento de indicadores .....	27
4. METODOLOGIA .....	28
4.1 Análise Bibliométrica .....	28
4.1.1 ProKnow-C .....	30
4.2 Volumetria e Gravimetria dos resíduos .....	30
4.3 Construção dos Indicadores para a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros .....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	37
5.1 Caracterização da área de estudo.....	37
5.2 Estudo bibliométrico.....	41
5.3 Caracterização do gerenciamento dos resíduos sólidos do aeroporto de Viracopos.....	45
6. CONCLUSÃO .....	57
7. SUGESTÕES.....	58
REFERÊNCIAS .....	59

## 1. INTRODUÇÃO

A população mundial atual é de um pouco mais de 7 bilhões de habitantes. Porém, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), com o atual ritmo de crescimento, haverá em 2050, aproximadamente 9 bilhões de pessoas, que, por sua vez, poderão gerar em torno de 4 bilhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) por ano (ONU, 2020). Esses dados se tornam preocupantes, quando se observa países como o Brasil, no qual ainda se convive com a realidade da disposição de resíduos em locais a céu aberto, sem que haja o tratamento adequado, gerando como consequência, problemas relevantes de ordem social, ambiental e econômica.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em uma amostra realizada com 3.712 municípios dos 5.570 existentes no Brasil, registra que no ano de 2019 foram gerados 65,1 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO) e Resíduos Sólidos Públicos (RPU), que juntos formam o RSU (SNIS, 2019).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de agosto de 2010 regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 2010 no seu Art. 15, inciso V prevê que a União elaborará o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos, tendo como conteúdo mínimo, metas para a eliminação e recuperação de lixões (BRASIL, 2010).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) não se confunde com a Lei, visto que representa a estratégia de longo prazo em âmbito nacional para operacionalizar as disposições legais, princípios, objetivos e diretrizes da PNRS (PLANARES, 2022).

No Brasil, uma atividade presente em diversos municípios é o modal aéreo, que possui relevante papel de ordem econômica e social no contexto nacional e internacional. Neste aspecto, se torna relevante analisar e conhecer a representatividade da geração de resíduos sólidos nos aeroportos, de modo a permitir que sejam mapeadas as boas práticas e projetos existentes para o seu controle adequado, bem como as lacunas a serem preenchidas nesse processo.

De acordo com Costa (2020), o setor de transportes aéreos é um dos mais estratégicos de todos os setores de atividade, tanto do ponto de vista governamental como empresarial, uma vez que resolve os problemas da mobilidade de pessoas e mercadorias, atuando como alavanca econômica de outras atividades.

Em relação ao transporte aéreo, o termo aeródromo é definido pela área delimitada em terra ou na água, destinada para uso, no todo ou em parte, para pouso, decolagem e movimentação em superfície de aeronaves; inclui quaisquer edificações, instalações e equipamentos de apoio e de controle de operações aéreas (ANAC, 2020).

De acordo com o estabelecido no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 153 (emenda nº 06), uma das variáveis para a classificação dos aeródromos, é o número de passageiros processados. Os aeroportos são aeródromos públicos dotados de edificações, instalações e equipamentos para apoio às operações de aeronaves e de processamento de pessoas e/ou cargas, e quando destinado exclusivamente a helicópteros, recebe denominação de “heliporto” (ANAC, 2020).

Atualmente não existe uma base de dados unificada para a inclusão de informações sobre a geração de resíduos sólidos em aeroportos no Brasil, o que representa um espaço a ser preenchido na gestão ambiental da aviação brasileira. O mapeamento periódico do volume de

resíduos gerados na referida atividade é um instrumento relevante para auxílio no planejamento e tomada de decisões adequadas para todas as partes interessadas no processo.

O foco da presente pesquisa é apresentar uma proposta de indicadores para a gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros, através do estudo de caso no Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP.

Com o desenvolvimento da pesquisa foi possível estabelecer indicadores que permitem a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos no âmbito nacional, através da avaliação do atendimento aos requisitos propostos.

Os indicadores foram desenvolvidos utilizando a combinação da metodologia de alguns autores e normativa técnica, apresentando uma escala para atribuição das notas, com a variação entre “0” – ruim, “3” - regular e “5” – boa. Com a pontuação distribuída nos itens avaliados, o percentual de atendimento aos indicadores foi obtido, resultando em uma classificação final estabelecida com uma linguagem comumente utilizada nas operações do modal aéreo, alfabeto fonético, entre os níveis: A - Alfa = 86% - 100%, B - Bravo = 60% - 85%, C - Charlie = Até 59%.

Através do estudo bibliométrico, com o uso das bases científicas Science Direct (Elsevier), Scielo (Scientific Electronic Library Online), Web Of Science – WOS (Clarivate Analytics) e Scopus (Elsevier), houve a constatação que a pesquisa associada especificamente a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos com o uso de indicadores, possui espaço e oportunidade significativa para a produção acadêmica, tendo em vista que não existe um número significativo de publicações.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Construir indicadores de gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros, considerando a legislação federal, através de estudo de caso.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar o estudo bibliométrico e sistemático sobre a gestão de resíduos sólidos em aeroportos.
- Caracterizar aeroportos brasileiros, considerando a volumetria e gravimetria dos resíduos sólidos gerados no Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP.
- Analisar a gestão de resíduos sólidos no Aeroporto Internacional de Viracopos, através da validação dos indicadores desenvolvidos na pesquisa.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Caracterização dos aeroportos brasileiros

O Brasil possui atualmente 2.431 aeródromos, nestes, estão inseridos 128 aeroportos com atendimento regular das principais companhias aéreas em operação no território nacional, contemplando também as que realizam operações regionais. Cabe destacar que, em 2019, foram transportados no Brasil o total de 119,2 milhões de passageiros (ANAC, 2020).

Em 2020 e 2021 esse número foi bastante impactado, em decorrência da pandemia da Covid-19, com o quantitativo de 51,9 e 64,9 milhões de passageiros respectivamente, apresentando uma recuperação no ano de 2022, com a movimentação de 82,2 milhões de passageiros (ANAC, 2023).

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) é um órgão criado para regular e fiscalizar as atividades da aviação civil, infraestrutura aeronáutica e aeroportuária no Brasil. O referido órgão foi instituído no ano de 2005 e começou a atuar em 2006, substituindo o Departamento de Aviação Civil (DAC).

Dentre outras atribuições, a ANAC, em seu Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 153 - emenda nº 06, classifica os aeroportos em uma das variáveis, quanto ao número de passageiros processados, considerando como período de referência, os 3 (três) anos anteriores ao ano corrente, dentro do qual é obtida a média aritmética do movimento anual de passageiros processados para efeito do cálculo da classe do aeródromo (Quadro 1).

**Quadro 1.** Classificação aeroportos – RBAC ANAC nº 153 (emenda nº 06)

Classificação dos aeroportos	Critério de classificação
Classe I	aeródromo em que o número de passageiros processados seja inferior a 200.000 (duzentos mil);
Classe II	aeródromo em que o número de passageiros processados seja igual ou superior a 200.000 (duzentos mil) e inferior a 1.000.000 (um milhão)
Classe III	aeródromo em que o número de passageiros processados seja igual ou superior a 1.000.000 (um milhão) e inferior a 5.000.000 (cinco milhões)
Classe IV	aeródromo em que o número de passageiros processados seja igual ou superior a 5.000.000 (cinco milhões)

Fonte: Adaptado de ANAC (2021).

Atualmente, o Brasil possui 12 aeroportos enquadrados na classe IV, que juntos possuem a maior concentração de movimentação de aeronaves do país. Estes equipamentos estão distribuídos entre as regiões Sudeste: 06 aeroportos, Nordeste: 03 aeroportos, Sul: 02 aeroportos e Centro-oeste: 01 aeroporto (Quadro 2).

A Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) é a agência especializada das Nações Unidas responsável pela promoção do desenvolvimento seguro e ordenado da aviação civil mundial, por meio do estabelecimento de normas e regulamentos necessários para a segurança, eficiência e regularidade aérea, bem como para a proteção ambiental da aviação. O código OACI, definido por esta mesma Organização é composto por um conjunto de quatro letras que designa aeroportos em todo o mundo.

**Quadro 2.** Aeroportos brasileiros – classe IV.

Código OACI	Nome	Município	UF	Classe RBAC 153
SBBR	Presidente Juscelino Kubitschek	Brasília	DF	Classe IV
SBCF	Tancredo Neves	Confins	MG	Classe IV
SBCT	Afonso Pena	Curitiba	PR	Classe IV
SBFZ	Pinto Martins	Fortaleza	CE	Classe IV
SBGL	Rio de Janeiro/Galeão – Antônio Carlos Jobim	Rio de Janeiro	RJ	Classe IV
SBGR	Guarulhos - Governador André Franco Montoro	Guarulhos	SP	Classe IV
SBKP	Viracopos	Campinas	SP	Classe IV
SBPA	Salgado Filho	Porto Alegre	RS	Classe IV
SBRF	Guararapes - Gilberto Freyre	Recife	PE	Classe IV
SBRJ	Santos Dumont	Rio De Janeiro	RJ	Classe IV
SBSP	Congonhas	São Paulo	SP	Classe IV
SBSV	Deputado Luís Eduardo Magalhães	Salvador	BA	Classe IV

Fonte: Adaptado de ANAC (2020).

Dentre os 12 aeroportos de classe IV existentes no Brasil, 06 estão localizados na região Sudeste, ou seja, é a região que possui a maior concentração desse tipo de infraestrutura na aviação civil brasileira (Figura 1).

**Figura 1.** Distribuição de aeroportos brasileiros classe IV por região

Fonte: Mapa gerado usando o link na web: <https://www.mapchart.net/brazil.html>

Os números associados à movimentação de passageiros nos aeroportos brasileiros em 2019, antes da pandemia da Covid-19, são relevantes, 119,2 milhões de passageiros, quando comparados com a população brasileira que, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística é de 212 milhões de habitantes (IBGE, 2020).

Destaca-se que essa movimentação é, proporcionalmente, equivalente a 56% da população total do país, que fez uso do modal de transporte aéreo no ano de referência, e que por consequência gerou algum tipo de resíduo nas instalações físicas do aeroporto ou aeronaves.

### **3.2 Classificação de resíduos sólidos produzidos em aeroportos**

Em relação aos requisitos legais, além da PNRS que aborda as diretrizes associadas à resíduos de uma forma macro, é possível identificar outras normativas aplicáveis a gestão de resíduos sólidos em aeroportos no âmbito federal, tendo como destaque a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 661/2022 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2022) que apresenta as diretrizes específicas para a atividade aeroportuária.

Ainda no âmbito federal, a Resolução nº 005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente define os procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos em aeroportos, visando a preservação da saúde pública e a qualidade do meio ambiente, no entanto a referida norma não norteia as ações a serem implementadas, para uma gestão de resíduos eficiente (CONAMA, 1993).

A Resolução de Diretoria Colegiada, RDC ANVISA nº 661/2022 dispõe sobre as Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados. Essa normativa apresenta uma abordagem ampla, desde a classificação dos resíduos sólidos em aeroportos até as diretrizes adequadas para o acondicionamento, transporte, tratamento e disposição final, dentre eles os equiparados ao RSU, definindo em seu Art. 8º, inciso IV que, resíduos do grupo D, são aqueles que não apresentam risco biológico, químico ou radioativo à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares (ANVISA, 2022).

Já a Instrução Normativa nº 39 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabelece regras e procedimentos para o controle e fiscalização das operações de comércio e trânsito internacional de produtos de interesse agropecuário, dentre eles os resíduos oriundos da referida atividade. Os resíduos aqui enquadrados, são aqueles provenientes do exterior, e que possuem potencial ou efetiva presença de agentes biológicos, com risco de produção e/ou transmissão a doenças animais, zoonoses e pragas vegetais (MAPA, 2017).

Os materiais citados anteriormente, podem ser equiparados a classificação existente na RDC ANVISA nº 661 no Art. 8, inciso I resíduos do grupo A, que apresentem risco potencial ou efetivo à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos consideradas suas características de virulência, patogenicidade ou concentração. Um dos aspectos ambientais inerentes ao transporte aéreo brasileiro é a geração de resíduos sólidos. A RDC ANVISA nº 661 no Art. 1º, assim o define (ANVISA, 2022):

Resíduos nos estados sólido e semissólido, originários de atividade: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Incluem-se nessa definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição e determinados líquidos cujas particularidades

tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água. Excluem-se dessa definição os excrementos humanos.

Em relação a classificação dos resíduos sólidos, o Art. 8º da RDC ANVISA nº 661/2022 descreve e divide nos seguintes grupos: A, B, C, D e E (Quadro 3).

**Quadro 3.** Classificação de Resíduos Sólidos – RDC ANVISA nº 661/2022

Definição				
Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Resíduos que apresentem risco potencial ou efetivo à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos consideradas suas características de virulência, patogenicidade ou concentração.	Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente.	Enquadram-se neste grupo os rejeitos radioativos.	Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiativo à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.	Materiais perfurocortantes ou escarificantes.
Exemplo: 1. Por óbito de pessoas ou animais ocorridos a bordo de meios de transporte, quando provocados por doença transmissível suspeita ou confirmada;	Exemplo: 1. Resíduos provenientes de área de manobras, industriais, manutenção, depósitos de combustíveis, áreas de treinamento de incêndio;	Exemplo: 1. Materiais resultantes de laboratório de pesquisa e ensino na área de saúde e de laboratórios de análises clínicas;	Exemplo: 1. Papel de uso sanitário, fralda e absorvente higiênico, não classificados como do grupo A;	Exemplo: 1. Lâminas de barbear agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi.

Fonte: Adaptado de ANVISA (2022).

Quando se avalia a classificação de resíduos sólidos em aeroportos, prevista na RDC ANVISA nº 661/2022, é possível observar a complexidade e a diversidade de resíduos que podem ser gerados na atividade.

Segundo Pitt *et al.* (2002) os aeroportos produzem volumes de resíduos equivalentes aos gerados por pequenas cidades. Os resíduos são gerados em quantidades geralmente correlacionadas positivamente com os volumes de tráfego aéreo (JANIC, 2011).

Em uma análise per capita, têm-se que o volume de resíduos gerados em aeroportos brasileiros representa em torno de 35,3%, se comparado aos dados do Sistema Nacional sobre Informações de Saneamento (SNIS) e 33,6%, se comparado as informações do PLANARES, em relação ao volume total de RSU gerados nos municípios do Brasil. É possível chegar a essa estimativa, quando se avalia a base de dados de resíduos gerados no país e a geração estimada de resíduos sólidos por passageiro nos aeroportos do Brasil em 2019 (Tabela 1) (SNIS, 2019; PLANARES, 2022).

**Tabela 1.** Geração per capita de resíduos – municípios e aeroportos brasileiros (ano 2019).

<b>Origem da geração</b>	<b>Geração per capita de resíduos</b>
Municípios (SNIS)	0,99 kg/hab./dia
Municípios (PLANARES)	1,039 kg/hab./dia
Aeroportos brasileiros	0,35 kg/passageiro

Fonte: Adaptado de SNIS (2019) e PLANARES (2022).

Um dado relevante na gestão de resíduos no Brasil, é o fato de que nem todo o RSU gerado é coletado e destinado para um tipo de tratamento e destinação final adequada. Segundo o SNIS, em 2019 do total de 65,1 milhões de toneladas coletadas, foram destinados para Aterro Sanitário o montante de 48,8 milhões de toneladas, que corresponde a 75% do volume total gerado (Tabela 2) (SNIS, 2019).

**Tabela 2.** Destinação final de resíduos sólidos – municípios brasileiros (ano 2019).

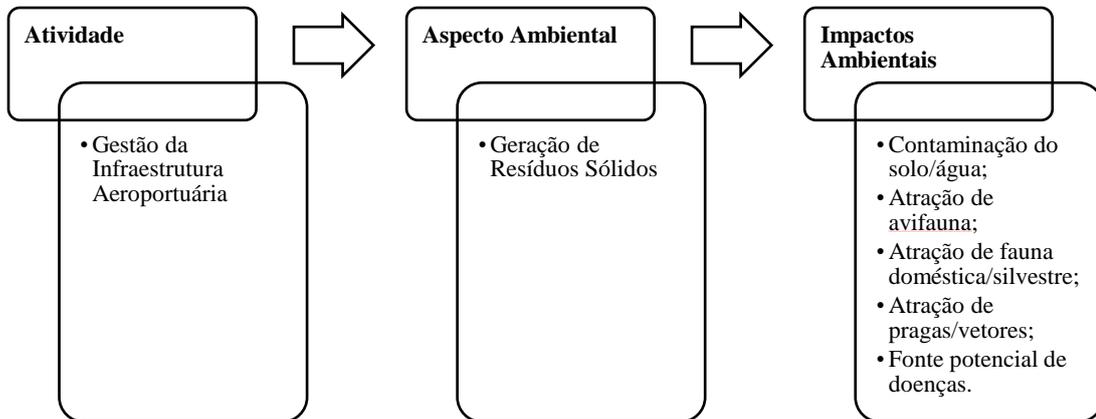
<b>Destinação Final</b>	<b>Quantidade de municípios</b>	<b>Quantitativo de resíduos (milhões ton.)</b>
Aterro Sanitário	621	48,89
Aterro Controlado	580	7,81
Lixão	1.114	8,39

Fonte: (SNIS, 2019).

Segundo Baxter *et al.* (2018) a gestão de resíduos é vista como uma das questões ambientais críticas em ambientes de aeroportos. Em estudos recentes sobre gestão de resíduos, Lam *et al.* (2018) abordaram aspectos como custo-benefício na análise do ciclo de vida dos resíduos orgânicos. Diante disso, é importante que a gestão da infraestrutura aeroportuária, juntamente com as demais empresas instaladas em um aeroporto, adote práticas adequadas de controle sanitário em todas as áreas.

É possível considerar que a geração de resíduos sólidos se configura como um aspecto ambiental na gestão aeroportuária, dentre outros existentes, onde, não havendo um gerenciamento adequado, poderá resultar em impactos ambientais negativos (Figura 2).

**Figura 2.** Fluxograma Gestão Aeroportuária: Geração de Resíduos Sólidos.



Fonte: Adaptação de (SÁNCHEZ, 2008).

Um dado que auxilia a gestão dos resíduos é conhecer a sua composição, através da gravimetria.

Esta ação permite conhecer quantitativamente as frações geradas, bem como a possibilidade de aproveitamento comercial das frações recicláveis e orgânicas para a produção de composto orgânico, para que sejam fornecidos elementos que auxiliem na avaliação, quanto a reversibilidade de um possível impacto ambiental (MENEZES *et al.*, 2019).

A gestão de resíduos aeroportuários tem uma importância crescente devido ao aumento significativo no número de passageiros e, conseqüentemente, no volume de resíduos gerados (BAXTER *et al.*, 2018).

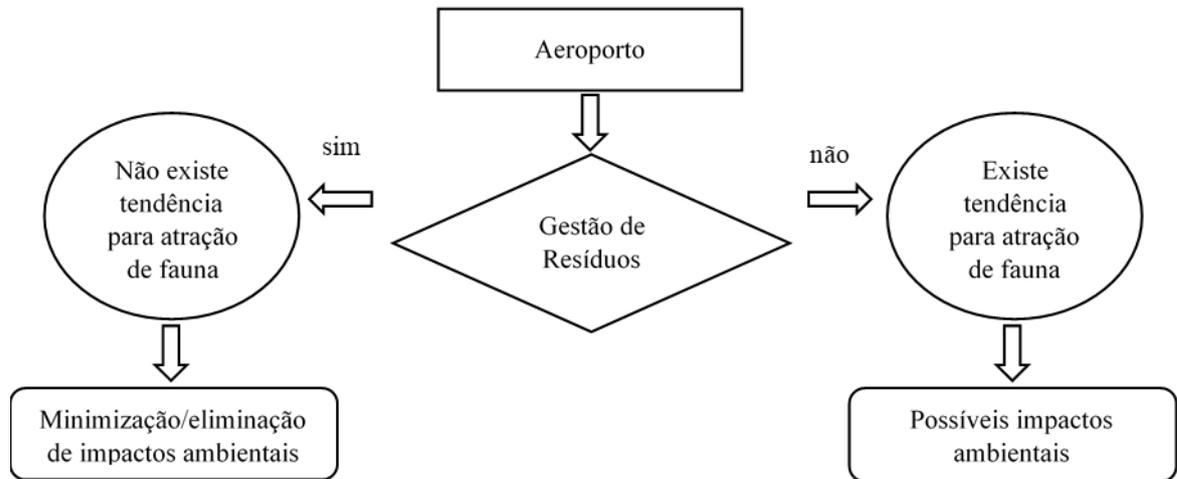
Santos *et al.* (2020) discutiram que alguns estudos recentes abordaram aspectos como análise do ciclo de vida, avaliação quantitativa e qualitativa, avaliação da gestão e geração de resíduos aeroportuários.

Conforme destacado por Kilkis e Kilkis (2016), além de grandes operações, os aeroportos estão tomando medidas para aumentar a gestão ambiental e procuram dissociar o crescimento econômico da pressão ambiental envolvida.

A gestão de resíduos é fundamental em ambientes aeroportuários, por isto, é necessário realizar um planejamento adequado, que passa dentre outras ações, pela implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS.

Ao avaliar a gestão de resíduos de forma macro (Figura 3), é possível verificar que o gerenciamento adequado poderá minimizar ou até mesmo eliminar a tendência de danos ambientais no processo, a exemplo do controle de risco e segurança operacional, associado à atração da fauna em aeroportos.

**Figura 3.** Visão macro da gestão de resíduos sólidos em aeroportos – atração de fauna.



Fonte: Autor (2022).

Por se tratar de uma atividade inserida nos municípios, é importante analisar e conhecer a representatividade da geração de resíduos sólidos no modal aéreo brasileiro.

A identificação de boas práticas e projetos existentes para o gerenciamento adequado dos resíduos, bem como as lacunas e oportunidades de melhorias, poderá contribuir na prevenção e controle de impactos ambientais dentro e fora do sítio aeroportuário.

Outro fator importante diz respeito à segurança da aviação brasileira, no sentido da prevenção de acidentes aeronáuticos, pois, uma gestão inadequada de resíduos, com a disposição e/ou acondicionamento realizados de maneira imprópria, podem resultar em ambientes atrativos à fauna doméstica e silvestre.

Dentre as principais com potencial de atração, pode-se destacar a presença da fauna terrestre e a avifauna, nos sítios aeroportuários e os seus entornos, o que aumenta a probabilidade de colisão com as aeronaves nas operações de taxiamento, pouso e decolagem, podendo resultar em incidentes ou acidentes aeronáuticos.

Deste modo, Carra *et al.* (2013) defenderam a necessidade da administração aeroportuária e das partes interessadas serem alertadas quanto aos diferentes aspectos ambientais associados à gestão dos resíduos sólidos nos aeroportos, para que possam atuar pronta e objetivamente no controle e na minimização de seus impactos.

Uma ferramenta que auxilia na medição do nível de amadurecimento da gestão de resíduos sólidos nos aeroportos, é o estabelecimento de indicadores para análise dos processos.

### 3.3 Volumetria de resíduos

A geração de resíduos sólidos está intimamente ligada às atividades que são desenvolvidas dentro de um determinado sistema, seja ele, um município ou um estado, um aeroporto ou uma indústria, sendo estas atividades influenciadas por vários fatores (SILVA, 2017).

Os dados associados ao quantitativo de resíduos gerados em aeroportos são relevantes, pois auxiliam na definição da estrutura necessária e adequada para as etapas que compõem o seu gerenciamento.

Dentro do cenário nacional não existe uma base de dados associada ao gerenciamento de resíduos sólidos em aeroportos no Brasil, porém estima-se que são gerados em média 0,35 kg de resíduo por passageiro.

Deste modo, considerando que a movimentação total de passageiros nos aeroportos brasileiros no ano de 2019 foi de 119,2 milhões de passageiros e que a geração média de resíduos é de 0,35 kg por passageiro, é possível estimar a geração total de 41.720 toneladas de resíduos no modal aéreo do Brasil, tendo como base o ano de 2019 (ANAC, 2019; PLANARES, 2022).

### **3.4 Gravimetria dos resíduos**

O gerenciamento dos resíduos sólidos deve se iniciar pela sua caracterização, uma vez que esta possibilita maior compreensão acerca da quantidade e da qualidade dos resíduos (MENEZES et al., 2019).

Mediante a composição dos resíduos sólidos com os seus quantitativos e respectiva separação por classificação, conforme RDC ANVISA nº 661/2022, é relevante conhecer a sua caracterização gravimétrica.

A composição e a quantidade de resíduos podem variar de uma localidade para outra em função de fatores como sazonalidade, estilo de vida, parâmetros sociais e econômicos, hábitos nutricionais, além de regulamentações vinculadas ao tipo de resíduo e às possibilidades de recuperação dele (OZCAN et al., 2016).

Para obtenção dessa informação, a técnica usualmente aplicada é o quarteamento, que consiste na separação de um volume determinado de uma amostra de resíduos sólidos em quatro partes, para posterior análise da sua composição.

Além disso, a caracterização gravimétrica subsidia a elaboração de qualquer programa ou projeto relacionado aos RS, sendo, portanto, um importante instrumento de gestão integrada (MENEZES et al., 2019).

O ambiente aeroportuário possui uma característica particular, pois, ao tempo que é possível evidenciar resíduos comuns ao hábito domiciliar, por exemplo, resíduos orgânicos, a atividade também resulta na geração de resíduos muito específicos e pertinentes a operação de um aeroporto, por exemplo, resíduos sólidos oriundos do gradeamento da Cloaca (local de descarte de efluentes sanitários das aeronaves).

De acordo com Vega et al. (2008) a determinação da composição e da quantidade dos resíduos permite maior conhecimento da realidade da fonte geradora, possibilitando propostas de gerenciamento mais eficientes.

A partir do conhecimento dessa variedade e tipologia dos resíduos, é possível adotar práticas gerenciais adequadas a realidade de cada aeroporto.

### 3.5 Rotas Tecnológicas

Existem muitas tecnologias de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, mas, a prática mais utilizada no país são os aterros sanitários, embora ainda prevaleçam métodos inadequados como os lixões e aterros controlados (COLVERO, 2014).

A identificação de rotas tecnológicas em análises de modelos de gestão torna mais simples o sistema e a montagem de estratégias a serem estudadas em processo decisório. É, portanto, um caminho de soluções que envolve várias dimensões, explora técnicas diversas e relevantes (PIMENTEL et al., 2020).

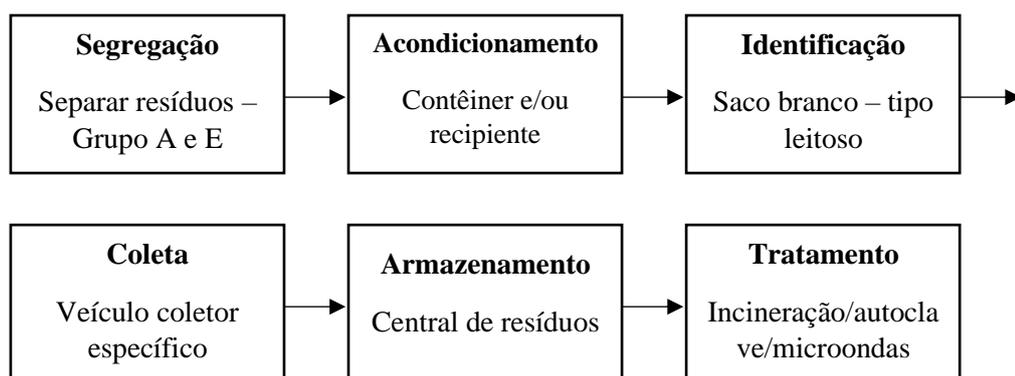
Segundo Jucá (2013), uma rota tecnológica é o conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final, envolvendo circuitos de coleta de resíduos de forma indiferenciada e diferenciada e contemplando tecnologias de tratamento dos resíduos com ou sem valorização energética.

No ambiente aeroportuário as etapas de segregação, acondicionamento, identificação, coleta, transporte, armazenamento temporário, tratamento e disposição final, especificadas na RDC ANVISA nº 661/2022 para cada grupo de resíduo, norteiam as rotas tecnológicas a serem implementadas nos aeroportos.

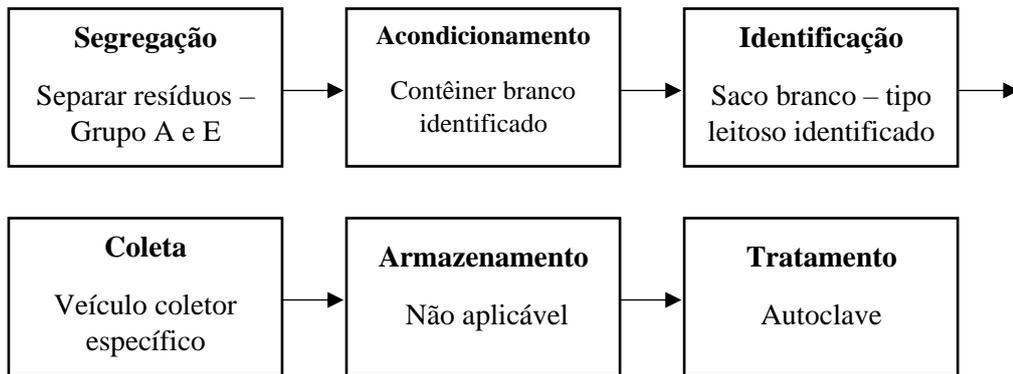
Considerando as diretrizes estabelecidas em legislação, é possível determinar um fluxo padrão de rotas tecnológicas a serem adotadas em aeroportos brasileiros, sendo necessário apenas avaliar as tecnologias de tratamento disponíveis em cada região.

Os resíduos do grupo A são característicos por possuírem substâncias infectantes, ou seja, que apresentam riscos potenciais a saúde pública e ao meio ambiente, com isso, a rota tecnológica deve ser estabelecida, para que a sua gestão seja realizada de forma adequada. O seu tratamento é muito específico, em geral são adotadas as tecnologias: incineração, autoclave e micro-ondas (Figuras 4 e 5).

**Figura 4.** Rota Tecnológica – Resíduos Grupo A e E (RDC ANVISA 661/2022)

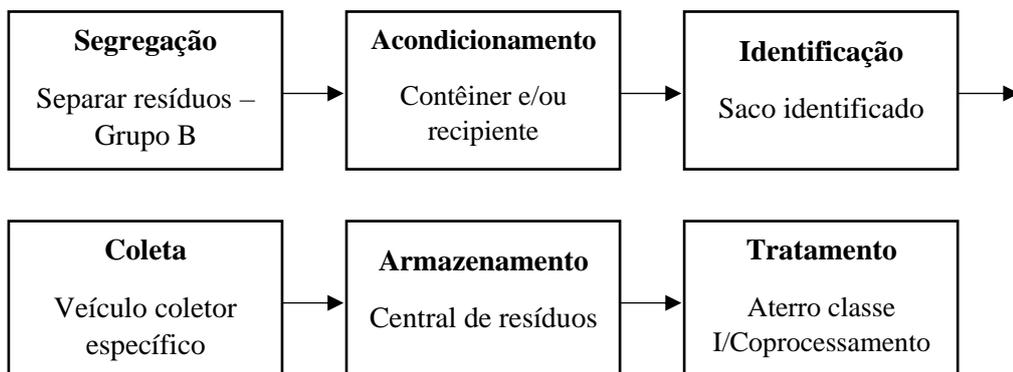


Fonte: ANVISA (2022)

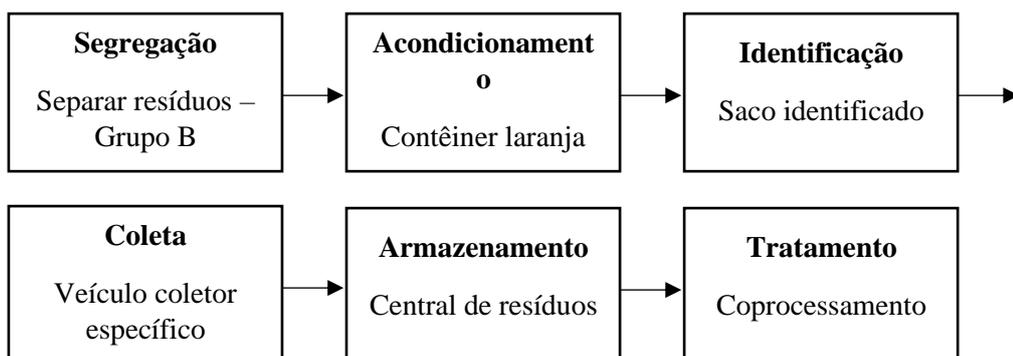
**Figura 5.** Rota Tecnológica – Resíduos Grupo A e E (Aeroporto de Viracopos)

Fonte: Aeroporto Internacional de Viracopos (2023)

Em relação aos resíduos do grupo B existe uma variedade de materiais, que normalmente são gerados nas atividades de manutenção, como: sólidos contaminados com óleo/tintas, líquidos inflamáveis, pilhas, baterias etc. Esses resíduos possuem um potencial de contaminação do solo e água, caso não sejam geridos de forma adequada. As tecnologias comumente utilizadas para o seu tratamento são: disposição em aterro do tipo classe I – resíduos perigosos e coprocessamento (Figuras 6 e 7).

**Figura 6.** Rota Tecnológica – Resíduos Grupo B (RDC ANVISA 661/2022)

Fonte: ANVISA (2022)

**Figura 7.** Rota Tecnológica – Resíduos Grupo B – Sólidos Contaminados com Óleo (Aeroporto de Viracopos)

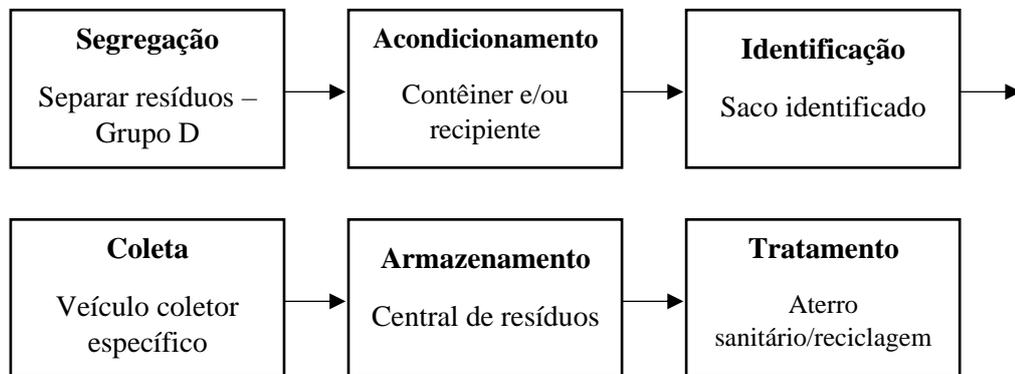
Fonte: Aeroporto Internacional de Viracopos (2023)

Os resíduos enquadrados no grupo C, rejeitos radioativos, são gerenciados de acordo com os requisitos estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, ou seja, possuem rotas e fluxos específicos.

Os resíduos enquadrados no grupo D, equiparados aos domiciliares (resíduo comum não reciclável e reciclável) são gerados em todas as áreas de um aeroporto, desde os escritórios, pontos de alimentação do terminal de passageiros, até dentro das aeronaves (resíduos de bordo).

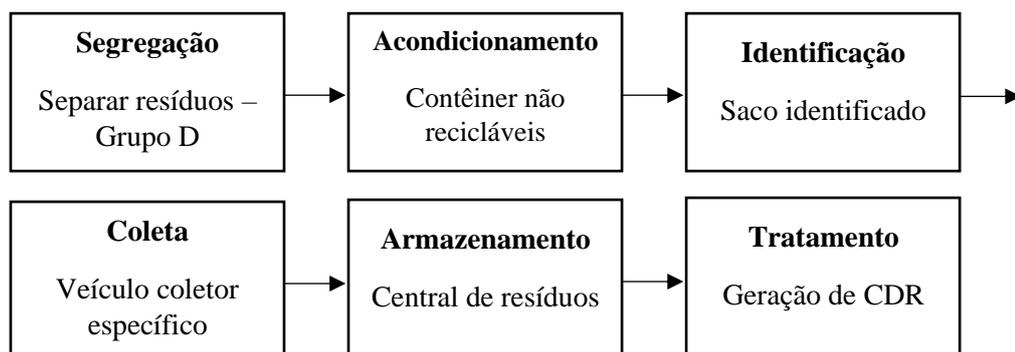
Apesar do baixo potencial de contaminação do solo e/ou água, o gerenciamento adequado desses resíduos, além do atendimento a legislação pertinente, se configura como uma ferramenta de prevenção à segurança operacional, para que não haja um cenário atrativo a fauna doméstica e silvestre no ambiente aeroportuário. Existem diversas tecnologias para o seu tratamento, como: disposição em aterro sanitário, reciclagem de materiais, compostagem, geração de Combustível Derivado de Resíduos – CDR (Figuras 8 a 10).

**Figura 8.** Rota Tecnológica – Resíduos Grupo D (RDC ANVISA 661/2022)



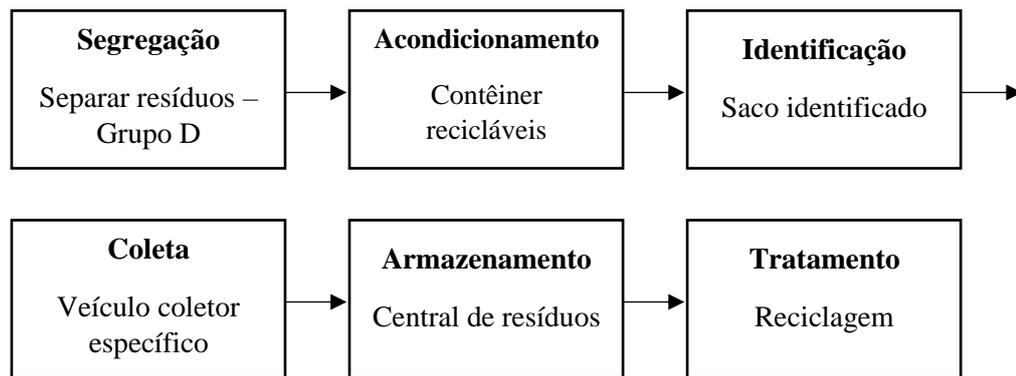
Fonte: ANVISA (2022)

**Figura 9.** Rota Tecnológica – Resíduos Grupo D – Não Recicláveis (Aeroporto de Viracopos)



Fonte: Aeroporto Internacional de Viracopos (2023)

**Figura 10.** Rota Tecnológica – Resíduos Grupo D – Recicláveis (Aeroporto de Viracopos)



Fonte: Aeroporto Internacional de Viracopos (2023)

### 3.6 Desenvolvimento e proposta de indicadores

A NBR ISO 14031 (ABNT, 2015) define indicador como uma representação mensurável da condição ou estado de operações, gestão ou condicionantes.

Segundo Santos (2008) indicador é um tipo de informação processada sobre algo que se quer averiguar, ele ainda acrescenta que é um ponto de referência traçado através do balizamento de informações sobre um dado assunto.

Ainda de acordo com a NBR ISO 14031 (ABNT, 2015) muitas organizações buscam maneiras de entender, demonstrar e melhorar o seu desempenho ambiental.

Para isto, existem diversas metodologias para desenvolvimento de indicadores, ou seja, é possível analisar o método que possui maior aderência ao que está sendo pesquisado, para se alcançar resultados mais satisfatórios e coerentes a linha de estudo.

De acordo com Rodrigues et al. (2015) é crescente o interesse da academia pela criação e adoção de indicadores diversos, inseridos em metodologias de avaliação de desempenho ambiental.

A metodologia do Carbono Social, por exemplo, utiliza variáveis para os indicadores que permeiam entre a situação mais precária e mais completa (SANTOS, 2008).

Carra et al. (2013) apresenta a aplicação de indicadores baseada em uma combinação de metodologias, que são desenvolvidas através das etapas do Planejar – Fazer – Checar – Agir – PDCA.

Diferentes indicadores ambientais podem transmitir informações a partir de medições diretas, relativas ou índices estabelecidos (RODRIGUES et al., 2015). Ele ainda complementa que é interessante que se execute um conjunto de indicadores de forma combinada, abrangendo dimensões sociais, econômicas e ambientais de forma que a avaliação conjunta desses indicadores promova resultados mais consistentes que ajude as empresas a estabelecer prioridades para melhorias dentro do seu sistema de gestão ambiental empresarial.

A NBR ISO 14031 (ABNT, 2015) destaca que um bom indicador ambiental pode ser obtido por meio da gestão eficaz dos elementos de suas atividades, produtos e serviços que possam impactar significativamente o meio ambiente.

O aspecto ambiental Resíduos Sólidos e a sua gestão, podem ser considerados como um indicador-chave de desempenho, tendo em vista que o seu gerenciamento pode resultar em

impactos ambientais positivos, redução de geração de resíduos e obtenção de receita, por exemplo, porém, também podem culminar em impactos ambientais negativos, como a poluição de recursos hídricos e solo.

Com isso a gestão de resíduos sólidos figura como um importante indicador de desempenho ambiental de uma atividade e/ou Organização.

O desenvolvimento da proposta de indicadores para a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros, com foco no estudo de caso no Aeroporto Internacional de Viracopos, considerou a seleção de trabalhos distintos e a combinação de metodologias dos seus respectivos autores.

Santos (2008) na metodologia do Carbono Social defende que buscar os indicadores é um exercício benéfico para concentrar a atenção do público-alvo nos pontos positivos e negativos de sua relação com o meio. Ele ainda acrescenta que, também é uma forma de aspiração sobre situações desejadas para problemas presentes.

Para atingir esse objetivo, o autor cria os indicadores e suas variáveis, que consideram cenários que oscilam entre situações pessimistas e otimistas, de forma gradativa.

Rodrigues et al. (2015) utilizou uma escala de critério para a mensuração do desempenho ambiental de uma Organização, estabelecendo uma classificação que possibilita a identificação da posição em que ela se encontra, mediante os indicadores selecionados para análise.

A NBR ISO 14031 (ABNT, 2015) destaca que a Avaliação de Desempenho Ambiental – ADA é um processo que faz uso de indicadores, para comparar o desempenho de uma Organização.

A norma ainda descreve duas categorias de indicadores para a ADA, os Indicadores de Condições Ambientais – ICA que fornecem informações sobre condições do meio ambiente que pode ser impactado pela Organização e os Indicadores de Desempenho Ambiental – IDA que fornecem informações sobre a gestão de aspectos ambientais da Organização.

A gestão de resíduos sólidos se caracteriza com um aspecto ambiental significativo da atividade aeroportuária.

Carra et al. (2013) aborda uma metodologia que se baseia na elaboração e aplicação de indicadores que priorizam os critérios ambientais e tem como avaliação o gerenciamento de resíduos sólidos. Ele ainda apresenta a aplicação dos indicadores nas etapas do modelo de gestão PDCA (Plan – Planejar, Do – Fazer, Check – Checar e Act – Agir).

Com isso, o autor estabeleceu etapas de seleção e elaboração de indicadores (planejar), aplicação da avaliação do desempenho (fazer), posteriormente foram analisados os resultados (checar), para o desenvolvimento de ações diante dos pontos de melhorias identificados (agir).

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 Análise Bibliométrica**

O panorama do nível de pesquisa e discussão da gestão de resíduos sólidos nos ambientes aeroportuários contribui para o conhecimento e posicionamento da temática, bem

como para o aperfeiçoamento dos processos, através de observações futuras. Segundo Araújo (2006) um dos focos da Bibliometria, desde os primeiros estudos, se concentra em analisar a produção científica existente sobre determinados assuntos.

A revisão da literatura ocupa posição introdutória no desenvolvimento de um projeto de pesquisa e retoma o conhecimento científico acumulado sobre o tema (ENSSLIN *et al.*, 2011).

Segundo Kasavan *et al.* (2021) a análise bibliométrica é uma poderosa e valiosa ferramenta de visualização de informações usada pelos estudiosos para capturar o desempenho da pesquisa e as tendências de crescimento da literatura científica global em um determinado campo ou tema.

Os resultados de um estudo bibliométrico, ainda nesse sentido, podem auxiliar jovens pesquisadores ou mesmo aqueles mais experientes que se deparam com uma nova temática (SILVA *et al.*, 2016).

Essa busca permite um posicionamento das discussões sobre o tema de interesse. Também fornece uma visão abrangente macroscópica da literatura acadêmica impactante de um campo ou tema específico em termos de autores, revistas, instituições e países líderes (KASAVAN *et al.*, 2021).

Foi realizada a revisão bibliométrica da gestão de resíduos sólidos em aeroportos, para fins de posicionamento do cenário de pesquisa associado ao tema.

Para a coleta de dados foram utilizadas as bases científicas, Science Direct (Elsevier), Scielo (Scientific Electronic Library Online), Web Of Science – WOS (Clarivate Analytics) e Scopus (Elsevier).

No filtro de pesquisa foram definidas as palavras-chave: (“solid waste\*” AND airport\*), na tradução livre: “resíduos sólidos e aeroportos”, considerando o período de busca entre os anos de 2010 e 2021, com foco nas tipologias de documentos: artigos e artigos de revisão.

Ao realizar a busca, foi possível observar um desvio padrão em relação ao conteúdo e quantidade de documentos disponíveis entre as 04 bases científicas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Pesquisa bases científicas – palavras-chave: (“solid waste\*” AND airport\*)

Base Científica	Total de documentos
Science Direct	3605
Scopus	70
Web Of Science	56
Scielo	01

Fonte: O autor (2022).

Diante dos dados obtidos e com a constatação da grande variação dos quantitativos de documentos, optou-se por adotar as duas bases de pesquisa que apresentaram números dentro

de uma média mais aproximada e com menor desvio, ou seja, as bases Scopus (Elsevier) com 70 documentos e Web Of Science – WOS (Clarivate Analytics) com 56 documentos disponíveis.

Um dado que contribui para essa tomada de decisão é que, o WOS é considerado um dos principais bancos de dados orientados à qualidade em todo o mundo e contém um registro mais padronizado para a recuperação da literatura científica global para campos multidisciplinares e áreas de pesquisa (FALAGAS *et al.*, 2008).

#### **4.1.1 ProKnow-C**

O primeiro passo do pesquisador na busca por desenvolver um trabalho e construir conhecimento em determinado contexto, geralmente, se inicia pela revisão da literatura acerca do tema (ENSSLIN *et al.*, 2011). A Metodologia ProKnow-C (Knowledge Development Process – Constructivist) foi desenvolvida pelo Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão (LabMCDA) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção de Universidade Federal de Santa Catarina/SC. O ProKnow-C se constitui em uma metodologia de construção do conhecimento estruturada em quatro etapas: 1) seleção do portfólio bibliográfico que proporcionará a revisão de literatura; 2) análise bibliométrica do portfólio bibliográfico; 3) análise sistêmica do portfólio bibliográfico; 4) elaboração dos objetivos de pesquisa (ENSSLIN *et al.*, 2011).

O escopo da pesquisa limitou-se em relação a metodologia empregada. Foram utilizados os bancos de dados das bases científicas Web of Science (WOS) e Scopus (Elsevier), e não foram incluídos outros bancos de dados, como Science Direct, Scielo ou Google Scholar. Essas plataformas podem ser contempladas em pesquisas futuras para verificar o nível de profundidade e conhecimento do assunto.

Com o estabelecimento das bases científicas e do universo do trabalho de pesquisa, foi definida a metodologia ProKnow-C para análise e filtro dos documentos que possuem a temática alinhada a gestão de resíduos sólidos em aeroportos. Utilizando a regra de Pareto (20% - 80%), foram selecionados os documentos que possuem maior percentual de citações e/ou referências, estabelecendo como linha de corte a representatividade até o limite de 80%.

Em seguida foi realizada uma análise com os artigos não selecionados inicialmente, considerando os documentos mais recentes, a partir do ano de 2017, o que permitiu a seleção de publicações adicionais.

Por fim, foi realizada uma pescagem, buscando identificar se os autores dos documentos não selecionados nos filtros iniciais, estavam inseridos na autoria dos artigos de maior relevância, mapeados e qualificados nas primeiras etapas. Com isso, foi possível selecionar alguns documentos para utilização na pesquisa.

## **4.2 Volumetria e Gravimetria dos resíduos**

A volumetria dos resíduos sólidos gerados no Aeroporto Internacional de Viracopos foi obtida junto à sua equipe de gestão, através dos dados históricos existentes em planilhas de

controle e geração (Quadro 4). Foram consultadas as informações no período entre 2013 e 2022, no entanto foi estabelecida a amostra de 2017 a 2022 para uso na pesquisa.

**Quadro 4.** Controle de geração de resíduos sólidos – Aeroporto de Viracopos

				CONTROLE DE RESÍDUOS (ton)												
CLASSE ANVISA RESOLUÇÃO Nº 661/22	DESCRIÇÃO DO RESÍDUO	UNIDADE	TRATAMENTO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL DO RESÍDUO ACUMULADO
D	Orgânico Não Reciclável	ton	Triagem e Transbordo	109,37	120,720	135,610	106,740	122,620	129,09	123,44	133,17	138,45	144,00	136,50	137,890	1.597,60
D	Plástico	ton	Reciclagem	20,54	30,840	28,910	20,890	20,68	31,75	19,44	24,52	32,12	25,57	28,500	28,850	312,61
A	Gradeamento de Cloaca	ton	Autoclavagem	1,63	1,08	1,520	1,430	1,640	1,62	2,08	2,04	1,96	2,08	2,020	2,360	21,46

Fonte: Adaptado de Planilha de Resíduos - Aeroporto Internacional de Viracopos (2022)

O período escolhido para uso na pesquisa, 2017 a 2022, se justifica por se tratar de anos em que o Aeroporto de Viracopos esteve focado exclusivamente em suas operações regulares, sem que houvesse alguma interferência de geração de resíduos oriunda das obras executadas na ampliação da infraestrutura aeroportuária.

Em relação a gravimetria, a técnica aplicada comumente é o quarteamento, processo de separação de uma determinada porção ou amostra de resíduo, que permite a identificação da composição dos materiais.

A análise gravimétrica dos resíduos gerados no Aeroporto de Viracopos considerou os dados históricos dos volumes de geração e tipologia dos materiais, tendo em vista as suas respectivas classificações e separações. Com isso, foi possível mapear a composição dos resíduos em seus grupos, que permite o melhor direcionamento dos recursos para o seu gerenciamento.

### 4.3 Construção dos Indicadores para a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros

A elaboração e desenvolvimento dos indicadores se baseou na aplicação da metodologia de autores distintos, considerando o cenário existente na legislação pertinente e aplicável aos aeroportos brasileiros no período de desenvolvimento da pesquisa.

A base conceitual da construção dos Indicadores foi amparada na NBR ISO 14031 (ABNT, 2015), trazendo a visão da relevância da criação de critérios para avaliar o nível de gestão de resíduos sólidos em aeroportos.

Para o estabelecimento das diretrizes, análise dos indicadores e atribuição de notas, foram utilizadas as metodologias de Santos (2008) e Carra (2013), que defendem a avaliação de condições que variam entre cenários negativos e positivos.

Levando em consideração essa graduação de variáveis, na proposta apresentada foram estabelecidos indicadores e os respectivos cenários, que na presente pesquisa, buscou uma

adaptação de situações que se apresentam em condições e atribuições de pontuação: boa – “5”, regular – “3”, ruim – “0” (Quadro 5).

**Quadro 5.** Exemplo de graduação de cenários – análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos

<b>Escala de Pontuação - critérios</b>					
<b>Indicador</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>Pontuação Obtida</b>	<b>Pontuação possível</b>
Responsabilidade Técnica - Gestão	Dispõe de responsável técnico com registro em seu conselho de classe e Anotação de Responsabilidade de Técnica e/ou Documento Similar	Dispõe de responsável técnico com registro em seu conselho de classe, porém não possui a Anotação de Responsabilidade de Técnica e/ou Documento Similar	Não dispõe de responsável técnico com registro em seu conselho de classe e Anotação de Responsabilidade de Técnica e/ou Documento Similar		5

Fonte: Autor (2022)

Para a classificação do desempenho da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros, foi elaborada uma proposta que utiliza a metodologia de Rodrigues et al. (2015), que possibilita mensurar o enquadramento da Organização.

Os padrões foram adaptados para uma linguagem usual no ambiente aeroportuário, alfabeto fonético, utilizando os percentuais de graduação e atendimento, A – Alfa (86% a 100%), B – Bravo (60% a 85%) e C – Charlie (Até 59%) - (Quadro 6).

**Quadro 6.** Escala de classificação – análise de indicadores de gestão de resíduos sólidos em aeroportos

<b>Classificação para avaliação da gestão de resíduos sólidos - Aeroportos</b>		
<b>Padrão</b>	<b>Percentual de atendimento</b>	<b>Critério</b>
Alfa	86% - 100%	Possui uma boa gestão de resíduos sólidos e está em busca da excelência no processo. Grande parcela de requisitos atendidos.

<b>Bravo</b>	60% - 85%	Possui uma gestão de resíduos sólidos regular e está em busca de melhorias no processo. Requisitos básicos atendidos sem desvios graves.
<b>Charlie</b>	Até 59%	Necessário a adoção de ações em busca de melhorias na gestão de resíduos sólidos. Pequena parcela de requisitos atendidos.

Fonte: Autor (2022)

Com a avaliação e adaptação das metodologias mencionadas, foi possível estabelecer uma proposição que permite a análise do nível de gestão, considerando o panorama legal atual e aplicável ao gerenciamento de resíduos sólidos em um ambiente aeroportuário (Quadro 7).

**Quadro 7.** Indicadores para a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros

<b>Indicadores para avaliação da gestão de resíduos sólidos - Aeroportos</b>					
<b>Escala de Pontuação - critérios</b>					
<b>Indicador</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>Pontuação Obtida</b>	<b>Pontuação possível</b>
Responsabilidade Técnica - Gestão	Dispõe de responsável técnico com registro em seu conselho de classe e Anotação de Responsabilidade Técnica e/ou Documento Similar	Dispõe de responsável técnico com registro em seu conselho de classe, porém não possui a Anotação de Responsabilidade Técnica e/ou Documento Similar	Não dispõe de responsável técnico com registro em seu conselho de classe e Anotação de Responsabilidade Técnica e/ou Documento Similar	-	5
Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)	Possui o PGRS atualizado (conforme política interna da empresa - prazo de revisão de documentos) e as ações previstas foram implementadas	Possui o PGRS atualizado (conforme política interna da empresa - prazo de revisão de documentos) e as ações previstas estão em implementação	Não possui o PGRS ou possui sem atualização (conforme política interna da empresa - prazo de revisão de documentos) e as ações não foram implementadas	-	5
Armazenamento temporário	O aeroporto dispõe de área de armazenamento temporário (Central de Resíduos) e as suas instalações atendem os critérios previstos na legislação aplicável	O aeroporto dispõe de área de armazenamento temporário (Central de Resíduos) e as suas instalações atendem parcialmente os	O aeroporto não dispõe de área de armazenamento temporário (Central de Resíduos) e/ou estrutura similar	-	5

		critérios previstos na legislação aplicável			
Acondicionamento	Os contêineres e/ou recipientes são identificados e específicos para cada tipologia de resíduo, e possuem as seguintes características: impermeáveis, laváveis, com tampas e resistentes a vazamentos	Os contêineres e/ou recipientes são identificados e específicos para cada tipologia de resíduo, e possuem apenas algumas das seguintes características: impermeáveis, laváveis, com tampas e resistentes a vazamentos	Os contêineres e/ou recipientes não são identificados e específicos para cada tipologia de resíduo, e possuem apenas algumas das seguintes características: impermeáveis, laváveis, com tampas e resistentes a vazamentos	-	5
Coleta e transporte	A coleta e transporte são realizados por veículos específicos, permitindo a segregação adequada dos resíduos sólidos	A coleta e transporte são realizados por veículos específicos, mas, que não permitem a segregação adequada dos resíduos sólidos	A coleta e transporte não são realizados por veículos específicos	-	5
Tratamento e disposição final	Os resíduos são encaminhados para tratamentos compatíveis com a legislação aplicável, inclusive alternativas que possuem tecnologias mais limpas	Os resíduos são encaminhados para tratamentos compatíveis com a legislação aplicável, porém não contemplam alternativas que possuem tecnologias mais limpas	Os resíduos não são encaminhados para tratamentos com tecnologias compatíveis com a legislação aplicável	-	5
Higienização de veículos coletores (Grupo A e D) - legislação ANVISA	Os veículos coletores são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável e existe periodicidade definida para a atividade	Os veículos coletores são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável, porém não existe periodicidade definida para a atividade	Os veículos coletores não são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável	-	5

Higienização de contêineres/recipientes	Os contêineres são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável e existe periodicidade definida para a atividade	Os contêineres são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável, porém não existe periodicidade definida para a atividade	Os contêineres não são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável	-	5
Coleta seletiva	O PGRS contempla a sistemática de coleta seletiva de resíduos sólidos e as ações previstas foram implementadas	O PGRS contempla a sistemática de coleta seletiva de resíduos sólidos e as ações previstas estão em fase de implementação	O PGRS não contempla a sistemática de coleta seletiva de resíduos sólidos	-	5
Treinamentos	O aeroporto possui um Programa ou sistemática de treinamento que contempla todos os envolvidos nas etapas de gerenciamento de resíduos sólidos	O aeroporto possui um Programa ou sistemática de treinamento, porém não contempla todos os envolvidos nas etapas de gerenciamento de resíduos sólidos	O aeroporto não possui um Programa ou sistemática de treinamento	-	5
Geração per capita de resíduos sólidos (geração anual X movimentação de passageiros) - <b>ver nota 2 no rodapé</b>	Menor que o percentual indicado no Plano Anual de Resíduos Sólidos (PLANARES) - plano mais atualizado. Considerar o período do último ano de operação do aeroporto em condições normais	Igual ao percentual indicado no Plano Anual de Resíduos Sólidos (PLANARES) - plano mais atualizado. Considerar o período do último ano de operação do aeroporto em condições normais	Maior que o percentual indicado no Plano Anual de Resíduos Sólidos (PLANARES) - plano mais atualizado. Considerar o período do último ano de operação do aeroporto em condições normais	-	5
Autorização de Funcionamento de Empresas - ANVISA	As empresas que atuam no gerenciamento de resíduos sólidos possuem Autorização de Funcionamento de Empresas (AFE), conforme legislação ANVISA aplicável a atividade	As empresas que atuam no gerenciamento de resíduos sólidos estão em processo de obtenção da Autorização de Funcionamento de Empresas (AFE), conforme legislação ANVISA aplicável a atividade	As empresas que atuam no gerenciamento de resíduos sólidos não possuem Autorização de Funcionamento de Empresas (AFE)	-	5

Pneus inservíveis	São armazenados em locais adequados para fins de prevenção da proliferação de vetores, bem como são encaminhados através da logística reversa, reutilização ou reciclagem	São armazenados em locais adequados para fins de prevenção da proliferação de vetores, porém não são destinados para a logística reversa, reutilização ou reciclagem	Não são armazenados em locais adequados para fins de prevenção da proliferação de vetores, bem como são destinados de forma inadequada	-	5
Lâmpadas	São armazenadas em locais adequados que garantem a sua integridade, bem como são destinadas para a logística reversa ou reciclagem	São armazenadas em locais que garantem parcialmente a sua integridade, porém são destinadas para a logística reversa ou reciclagem	São armazenadas em locais inadequados que não garantem a sua integridade, bem como são destinadas de forma inadequada	-	5
Pilhas e baterias	São armazenadas em locais adequados que garantem a sua integridade, bem como são destinadas para a logística reversa ou reciclagem	São armazenadas em locais que garantem parcialmente a sua integridade, porém são destinadas para a logística reversa ou reciclagem	São armazenadas em locais inadequados que não garantem a sua integridade, bem como são destinadas de forma inadequada	-	5
Poda de vegetação	São encaminhadas para o tratamento de compostagem	São encaminhadas para aterro sanitário	São encaminhadas para área de bota fora na área patrimonial do aeroporto	-	5
Resíduo eletrônico	São armazenados em locais adequados que garantem a sua integridade, bem como são destinados para a logística reversa ou reciclagem	São armazenados em locais inadequados, porém são destinados para a logística reversa ou reciclagem	Não são armazenados em locais adequados que garantem a sua integridade, bem como são destinados de forma inadequada	-	5
Saúde do Trabalhador	Os trabalhadores envolvidos nas etapas da gestão de resíduos sólidos são submetidos a todos os exames médicos estabelecidos em legislação	Os trabalhadores envolvidos nas etapas da gestão de resíduos sólidos são submetidos parcialmente aos exames médicos estabelecidos em legislação	Os trabalhadores envolvidos nas etapas da gestão de resíduos sólidos não são submetidos aos exames médicos estabelecidos em legislação	-	5

Equipamento de Proteção Individual (EPI)	As empresas envolvidas nas etapas da gestão de resíduos sólidos disponibilizam todos os EPI's necessários às atividades dos trabalhadores e realizam treinamentos para o uso adequado	As empresas envolvidas nas etapas da gestão de resíduos sólidos disponibilizam todos os EPI's necessários às atividades dos trabalhadores, porém não realizam treinamentos para o uso adequado	As empresas envolvidas nas etapas da gestão de resíduos sólidos não disponibilizam os EPI's necessários às atividades dos trabalhadores	-	5
<b>RESULTADO GERAL</b>				<b>0</b>	<b>95</b>
				<b>Percentual atingido</b>	<b>0%</b>
<p><b>Nota 1:</b> Caso algum indicador não seja aplicável a realidade do Aeroporto, o mesmo deverá ser excluído da análise.</p> <p><b>Nota 2:</b> Também é recomendável que a geração per capita de resíduos seja calculada através do: volume de geração X movimentação de aeronaves, considerando os seguintes critérios/pontuação: 5 - Menor que o percentual do ano anterior / 3 - Igual ao percentual do ano anterior / 0 - Maior que o percentual do ano anterior.</p>					

Fonte: Autor (2022)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Caracterização da área de estudo

O Aeroporto Internacional de Viracopos foi fundado na década de 30 e homologado oficialmente em 19 de outubro de 1960.

De acordo com informações da Associação Nacional de Concessionárias de Aeroportos Brasileiros (ANCAB, 2021), o local era usado como campo de operações aéreas pelos Paulistas, durante a Revolução Institucionalista de 1932. Após um período de inatividade, em 1946 foram realizados trabalho de limpeza e terraplenagem na pista, e sua extensão chegou à 1500m, e o campo de pouso começou a ganhar forma.

Neste mesmo ano foi realizada a primeira atividade oficial, através de uma aeronave Douglas DC-3 – prefixo PP-IBB da empresa Central Aérea Ltda, que fazia rota Rio de Janeiro – Campinas – Botucatu – São Paulo (VIRACOPOS, 2017).

Ainda foi construído o primeiro hangar em 1948 e a estação de passageiros em 1950 (Figura 11). Em 1957, com a intenção de transformá-lo em um aeroporto internacional, houve um trabalho de construção e instalação de todos os equipamentos necessários para esse enquadramento, como a ampliação da pista de pouso e decolagem (ANCAB, 2021). Além disso, foi realizada a ampliação da pista de pouso e decolagem para 2700 metros por 45 metros (VIRACOPOS, 2017).

**Figura 11.** Aeroporto Internacional de Viracopos, década de 50



Fonte: VIRACOPOS (2017)

O surgimento de Viracopos coincide com o da geração do jato, em 1960, o aeroporto foi elevado à categoria de Aeroporto Internacional e homologado para recebimento de aeronaves a jato de primeira geração, e nesse momento a pista de pouso e decolagem já possuía 3240m x 45m.

No decorrer dos anos, reformas foram realizadas para acompanhar a evolução da aviação. A partir de 1968 a Infraero começou a administrar o Terminal de Cargas e, em 1980, recebeu do Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo (DAESP) a administração geral do Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP.

No final da década de 90 foi construído outro Terminal de Cargas e passou a existir um sistema de transelevadores, com armazenamentos verticais, câmaras frigoríficas e terminal de cargas vivas em forma de curral.

Com os problemas de superlotação nos aeroportos de Congonhas e Guarulhos, Viracopos passou a ter um aumento no fluxo de passageiros na década de 2000, que levou ao desenvolvimento da região no entorno do aeroporto, bem como em sua infraestrutura interna, com a inauguração de novas instalações de check-in, lojas e restaurantes, fornecendo maior conforto aos usuários (VIRACOPOS, 2017).

Em 2012, através do processo de leilão, o aeroporto foi concedido a iniciativa privada e passou por um grande processo de transformação (Figura 12), com a construção de um novo terminal de passageiros com uma área de 178.000m<sup>2</sup> e capacidade de processamento de 25 milhões passageiros/ano, edifício garagem para 4.000 veículos, 03 novos pátios de aeronaves com área de 400.00m<sup>2</sup>, duplicação da via de acesso ao aeroporto, adequação do sistema viário interno, ampliação do terminal de cargas, dentre outras melhorias realizadas em sua infraestrutura (ANCAB, 2021).

**Figura 12.** Obras de ampliação Aeroporto Internacional de Viracopos – 2014



Fonte: VIRACOPOS (2017)

A concessão do Aeroporto Internacional de Viracopos à iniciativa privada teve o seu início no ano de 2012, e com isso foram iniciadas as obras de ampliação da estrutura. Entre os anos de 2013 e 2016 o aeroporto manteve as suas atenções divididas entre as atividades de operação e obras, o que reflete diretamente em termos de variação do volume de geração de resíduos sólidos.

A partir do ano de 2017 é possível observar um período completo de operações, sem grandes interferências no aspecto das obras de ampliação, exceto no ano de 2022 em que houve a desmobilização de algumas estruturas físicas e obras remanescentes a primeira etapa de ampliação da infraestrutura aeroportuária.

Atualmente o Aeroporto Internacional de Viracopos possui uma infraestrutura moderna, que permite uma operação e processamento eficiente de cargas e passageiros, se configurando como um dos aeroportos mais importantes do Brasil e América Latina (Figura 13).

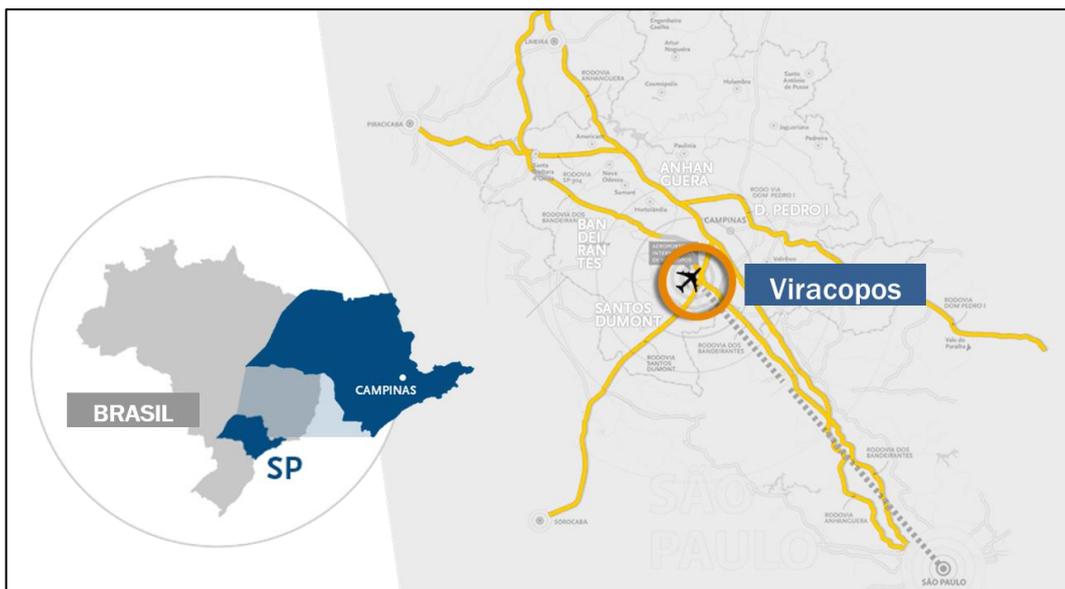
**Figura 13.** Aeroporto Internacional de Viracopos.



Fonte: Foto de Ricardo Lima – matéria de divulgação

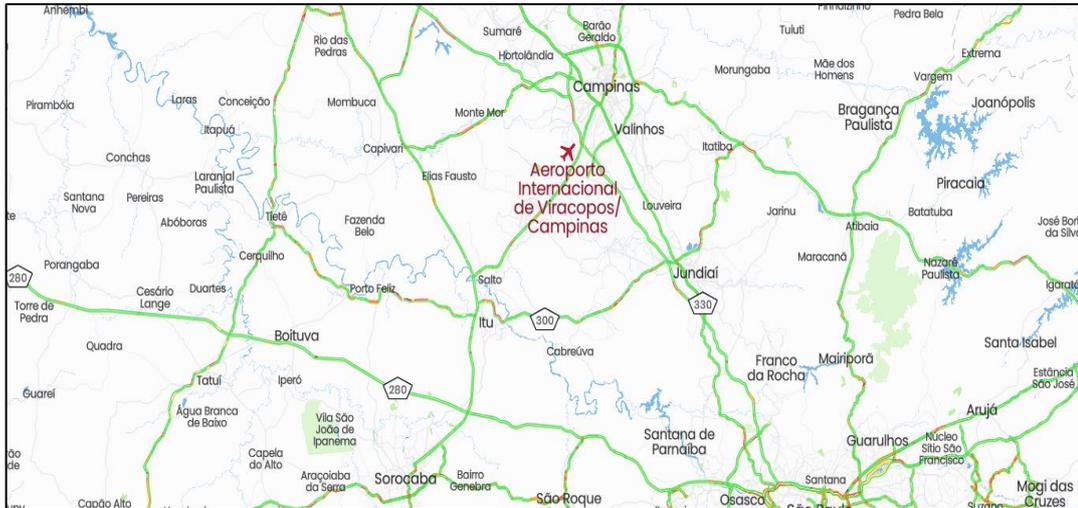
A localização do Aeroporto é estratégica, devido a existência de um polo industrial robusto na região, áreas de pesquisa e produção científica, bem como de uma malha rodoviária que é considerada a melhor do país, com as Rodovias Anhanguera, Bandeirantes, Santos Dumont e Dom Pedro, o que proporciona um fácil acesso aos usuários (Figuras 14 e 15).

**Figura 14.** Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Aeroporto Internacional de Viracopos

**Figura 15.** Rodovias e municípios – região do Aeroporto de Viracopos.

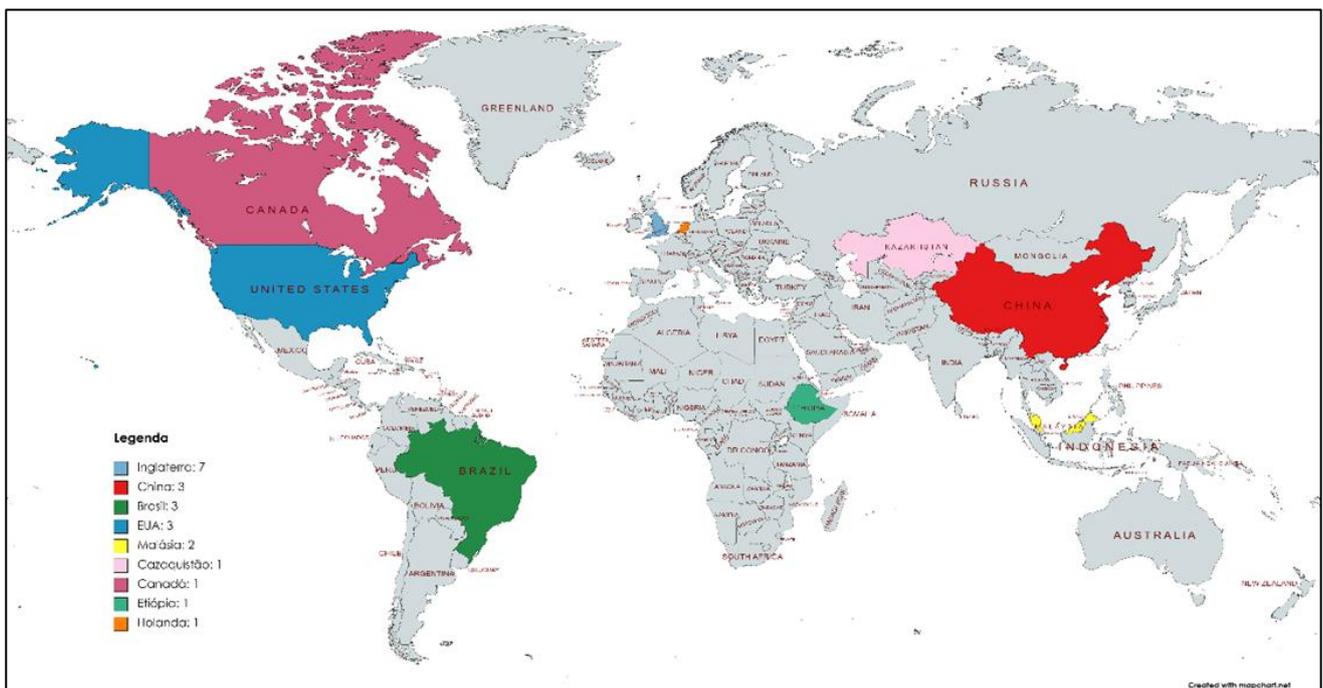


Fonte: Mapcarta, 2022 (<https://mapcarta.com/pt/24946952/Mapa>)

## 5.2 Estudo bibliométrico

A realização da pesquisa nas bases científicas WOS e Scopus permitiu visualizar que as publicações associadas a gestão de resíduos sólidos em aeroportos estão distribuídas geograficamente em 09 países (Figura 16), com destaque para a Inglaterra, China, Brasil e Estados Unidos, que juntos refletem em 44% dos países mapeados e com 72% de representatividade dos documentos publicados no universo pesquisado.

**Figura 16.** Número de publicações para cada região no mapa-múndi.



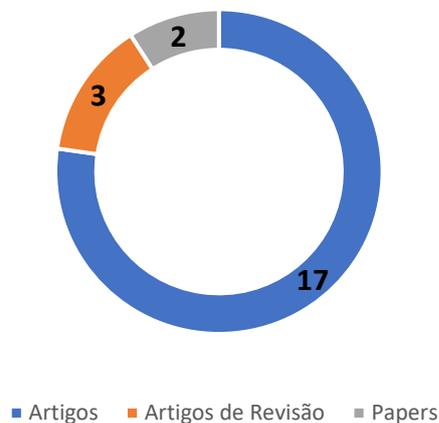
Fonte: Mapa gerado usando o link na web: <https://www.mapchart.net/world.html>

A aplicação da metodologia Proknow-c na análise filtro das publicações, permitiu observar que, dos 56 artigos pesquisados na base WOS, foram selecionados 10, após a avaliação através da regra de Pareto, publicações mais recentes (a partir do ano de 2017) e identificação de autores nos artigos de maior representatividade nas citações e referências.

Já na base Scopus com o uso dos mesmos critérios, foram selecionados 12 publicações para utilização na pesquisa.

Com a consolidação dos dados das bases pesquisadas, foi mapeado um quantitativo total de 22 documentos, que estão classificados como artigos, que se destaca com o percentual de 77% de representatividade, acompanhado das demais tipologias de documentos, artigos de revisão e papers (Gráfico 1).

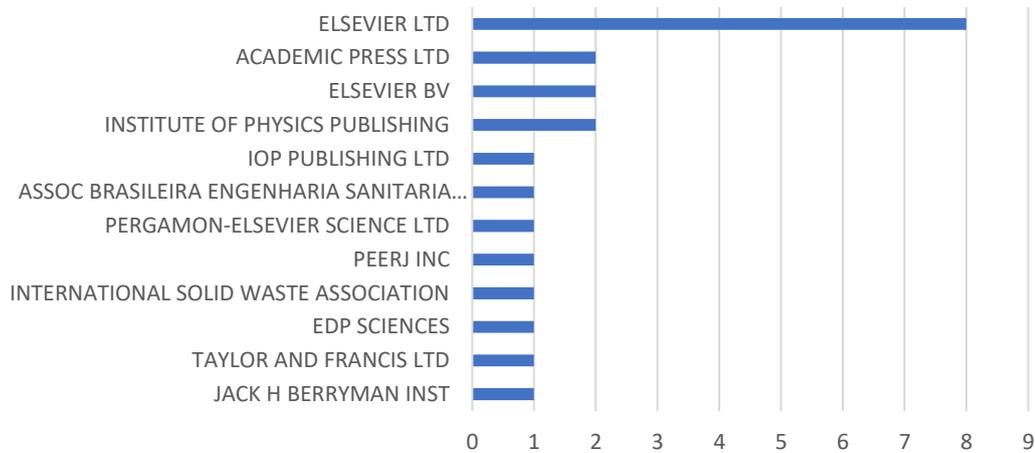
**Gráfico 1.** Classificação dos documentos selecionados



Fonte: O autor (2022).

Outro fator importante, se refere as instituições e periódicos identificados que publicaram pesquisas com a temática da gestão de resíduos sólidos em aeroportos no espaço de tempo avaliado.

A Elsevier LTD foi a instituição com o maior quantitativo de documentos publicados, 8 no total e 31% de representatividade, se destacando diante das demais organizações mapeadas (Gráfico 2). Em relação aos periódicos, o Journal of Air Transport Management se apresenta no topo do ranking de publicações, 4 documentos, que representa 18% do montante total (Gráfico 3).

**Gráfico 2.** Distribuição de publicações por instituições

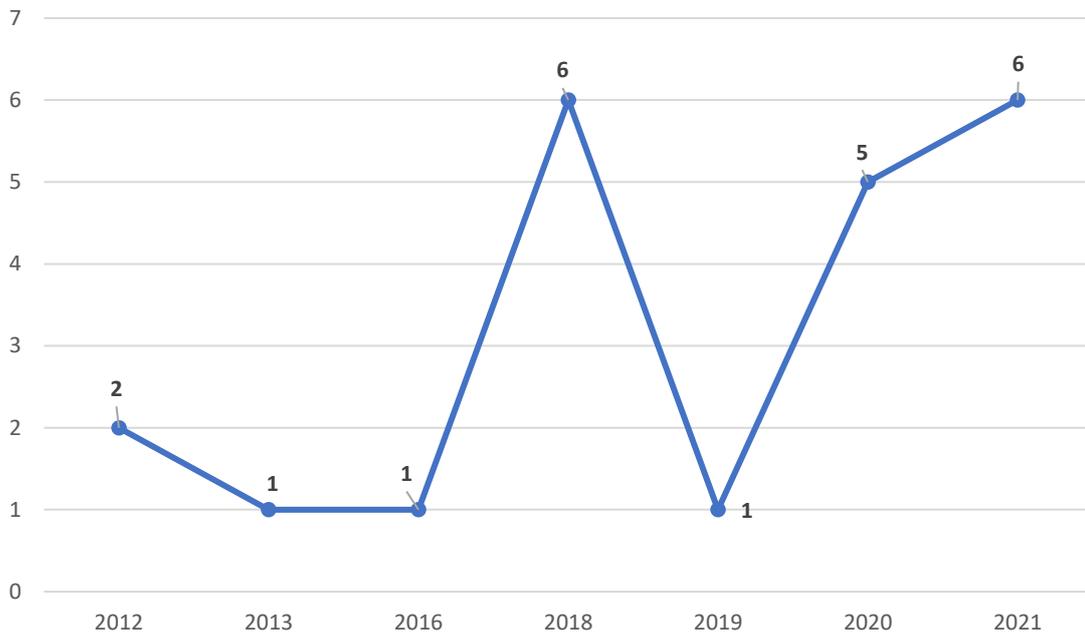
Fonte: Autor (2022).

**Gráfico 3.** Distribuição de publicações por periódicos

Fonte: Autor (2022).

Em relação ao intervalo pesquisado, entre os anos de 2010 e 2021, percebe-se que 2012 foi o primeiro ano de registro de pesquisas associadas ao tema, com o total de 02 publicações.

Após esse período não ocorreram grandes destaques em relação a quantidade de documentos publicados, pelo menos até o ano de 2018 que apresentou 06 publicações realizadas, remetendo a um marco relevante na pesquisa do tema no espaço temporal avaliado, assim como nos anos de 2020 e 2021 com 05 e 06 publicações respectivamente. Levando em consideração os anos que apresentaram uma maior quantidade de documentos publicados, é possível evidenciar que os anos de 2018, 2020 e 2021 são responsáveis por 77% das publicações associadas ao tema gestão de resíduos sólidos em aeroportos no período pesquisado (Gráfico 4).

**Gráfico 4.** Distribuição dos documentos por ano de publicação

Fonte: Autor (2022).

Considerando o período e bases científicas pesquisados, observa-se que é necessário aprofundar as discussões acerca do assunto, tendo em vista a quantidade de publicações mapeadas.

É essencial ampliar o olhar e esforços da pesquisa científica relacionada ao tema, gestão de resíduos sólidos em aeroportos, permitindo que esse modal de transporte se torne cada vez mais aderente as práticas sustentáveis e de aperfeiçoamento contínuo na destinação e tratamentos adequados, que resultem na mitigação de impactos ambientais negativos.

### **5.3 Caracterização do gerenciamento dos resíduos sólidos do aeroporto de Viracopos**

A análise dos dados, desconsiderando os períodos atípicos, permitem a adoção de métricas e referências de volumetria e gravimetria dos resíduos sólidos gerados nas atividades do aeroporto.

Com isso, mesmo apresentando os dados históricos entre os períodos de 2013 e 2022 (Quadro 8), para fins de análise da pesquisa, considerou-se as volumetrias entre os anos de 2017 e 2022, com o ponto de atenção em relação aos anos de 2020 e 2021, período influenciado pela pandemia da Covid-19.

**Quadro 8.** Histórico geração de resíduos sólidos – Aeroporto de Viracopos

<b>Ano</b>	<b>Geração de resíduos (t)</b>
2013	2.318,09
2014	2.609,10
2015	3.827,23
2016	3.437,65
2017	2.969,07
2018	3.070,13
2019	2.322,60
2020	2.515,77
2021	2.895,71
2022	5.063,35

Fonte: Planilha de Resíduos - Aeroporto Internacional de Viracopos

Em termos de volumetria dos resíduos sólidos em aeroportos, para fins de análise dos dados, é possível adotar as unidades de medida kg (quilo) e/ou t (tonelada), utilizando os parâmetros kg ou t resíduos/passageiro, kg ou t resíduos/carga e kg ou t resíduos/movimentação de aeronaves.

Dependendo das características operacionais do aeroporto, a administração poderá definir qual é o parâmetro mais adequado, porém, como os aeroportos são aeródromos públicos dotados de edificações, instalações e equipamentos para apoio às operações de aeronaves e de processamento de pessoas e/ou cargas, e quando destinado exclusivamente a helicópteros, recebe denominação de “heliporto” (ANAC, 2020), entende-se que, qualquer movimentação de passageiros ou cargas é precedida da movimentação de aeronaves, ou seja, esse pode ser o parâmetro mais adequado para a avaliação do volume de geração de resíduos sólidos (Quadro 9).

**Quadro 9.** Parâmetro kg resíduos/movimentação aeronaves – Aeroporto de Viracopos

<b>Ano</b>	<b>Geração de resíduos (t)</b>	<b>Total movimentação aeronaves</b>	<b>Kg resíduos/movimentação aeronaves</b>
2017	2.969,07	108.635	27,33
2018	3.070,13	107.627	28,53
2019	2.322,60	114.459	20,29
2020	2.515,77	73.698	34,14
2021	2.895,71	105.320	27,49
2022	5.063,35	128.341	39,45

Fonte: Autor (2022)

Em alguns aeroportos que possuem características operacionais específicas de movimentação de cargas, que se sobrepõe aos demais cenários, é possível e recomendável adotar o parâmetro kg resíduos/carga para análise e definição de métricas e ações pertinentes ao gerenciamento dos resíduos sólidos (Quadro 10).

**Quadro 10.** Parâmetro kg resíduos/movimentação cargas – Aeroporto de Viracopos

<b>Ano</b>	<b>Geração de resíduos (t)</b>	<b>Total carga (t)</b>	<b>Kg resíduos/carga</b>
2017	2.969,07	198.876	14,9
2018	3.070,13	235.324	13,0
2019	2.322,60	216.447	10,7
2020	2.515,77	256.470	9,8
2021	2.895,71	357.368	8,1
2022	5.063,35	349.888	14,5

Fonte: Autor (2022)

Considerando que os parâmetros destacados anteriormente não possuem uma referência estabelecida pelas autoridades competentes, é possível que os administradores aeroportuários definam métricas para monitoramento da evolução dos dados, que podem ser inicialmente determinadas como o parâmetro do ano 2 menor ou igual ao parâmetro do ano 1 de análise, por exemplo.

Contudo é relevante a identificação de uma referência inicial, e com isso, tendo em vista que o PLANARES (2022) é o documento que possui um diagnóstico para os dados de geração de resíduos sólidos no Brasil, no qual possui a informação da geração média de 0,35 kg de resíduos sólidos por passageiro no modal aéreo, é possível realizar uma análise comparativa desse parâmetro com os dados de geração no Aeroporto Internacional de Viracopos (Quadro 11).

**Quadro 11.** Parâmetro kg resíduos/movimentação passageiros – Aeroporto de Viracopos

<b>Ano</b>	<b>Geração de resíduos (t)</b>	<b>Total de passageiros</b>	<b>Kg resíduos /passageiros</b>	<b>Kg resíduos/passageiros (PLANARES)</b>
2017	2.969,07	9.332.631	0,32	0,35
2018	3.070,13	9.223.074	0,33	
2019	2.322,60	10.585.018	0,22	
2020	2.515,77	6.709.061	0,37	
2021	2.895,71	10.045.361	0,29	
2022	5.063,35	11.845.500	0,43	

Fonte: Autor (2022)

No recorte histórico de Viracopos, observa-se que os maiores volumes de geração de resíduos sólidos ocorreram nos anos de 2018 (3.070,13 t) e 2022 (5.063,35 t), ambos ultrapassando a marca de três mil toneladas, porém, apenas nos anos de 2020 (0,37) e 2022 (0,43), o parâmetro kg resíduos/movimentação de passageiros foi superior ao registrado no PLANARES, 0,35 kg de resíduos sólidos por passageiro.

Cabe destacar que 2020 foi um dos períodos que apresentou o parâmetro, kg resíduos/movimentação de passageiros superior ao registrado no PLANARES, ano impactado pela pandemia da Covid-19, que resultou na redução significativa na movimentação de passageiros, porém, com a manutenção da geração do volume médio de resíduos sólidos.

Quando analisamos as maiores movimentações de passageiros no espaço temporal estabelecido, destacam-se os anos de 2022 (11.845.500), 2019 (10.585.018) e 2021 (10.045.361), que apresentam os resultados do parâmetro kg resíduos/movimentação de passageiros 0,43, 0,22 e 0,29 respectivamente, onde, dentre eles, 2019 e 2021 obtiveram resultados inferiores ao dado de referência do PLANARES.

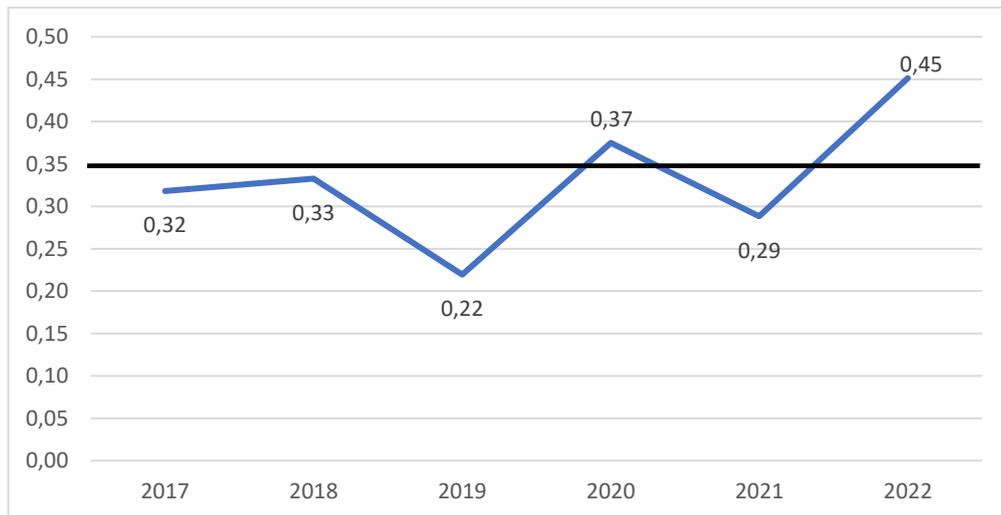
Excetuando-se os dados de 2020 e 2022, todos os demais períodos apresentaram o parâmetro kg resíduos/movimentação de passageiros inferior ao apontado no PLANARES. Esses dados demonstram que o Aeroporto de Viracopos possui uma tendência de geração per capita de resíduos sólidos harmonizada com a média nacional do modal aéreo, quando comparado ao valor de referência existente.

Os dados apresentados anteriormente indicam uma orientação de caracterização da volumetria de resíduos sólidos nos aeroportos brasileiros, com a coleta e análise de informações simplificadas, que estão sob o controle dos gestores aeroportuários.

Por isso a importância que esses dados sejam estruturados e consolidados, através da criação de uma base unificada para o modal aéreo brasileiro.

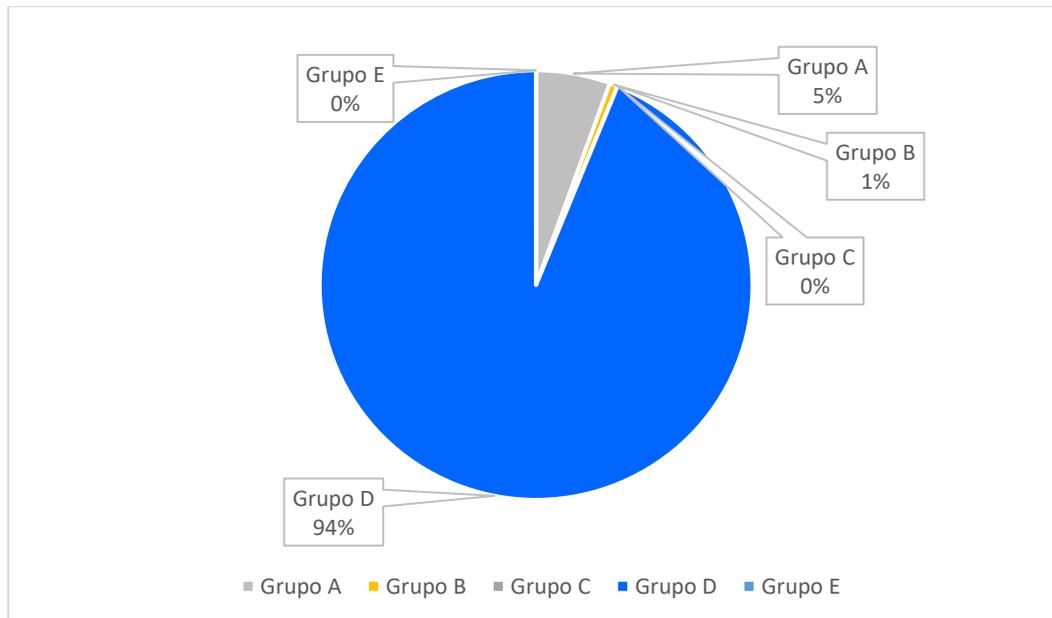
É possível gerar uma série histórica de um aeroporto, com a obtenção da geração anual de resíduos sólidos e movimentação de passageiros (Gráfico 5), para a análise e definição dos recursos e infraestrutura adequada em busca de um gerenciamento eficiente. É recomendável que essa avaliação seja realizada utilizando como referência uma métrica já existente, a exemplo da referência de 0,35 kg por passageiro do PLANARES, ou até mesmo em outro cenário, a ser estabelecido pelos gestores dos aeroportos.

**Gráfico 5.** Histórico kg/movimentação de passageiros Viracopos X kg/movimentação de passageiros PLANARES



Fonte: Autor (2022).

Considerando os dados de volumetria entre os anos de 2017 e 2022 do Aeroporto Internacional de Viracopos, com o recorte do ano de 2022, é possível avaliar a sua composição por grupo, conforme previsto na RDC ANVISA nº 661/2022 (Gráfico 6).

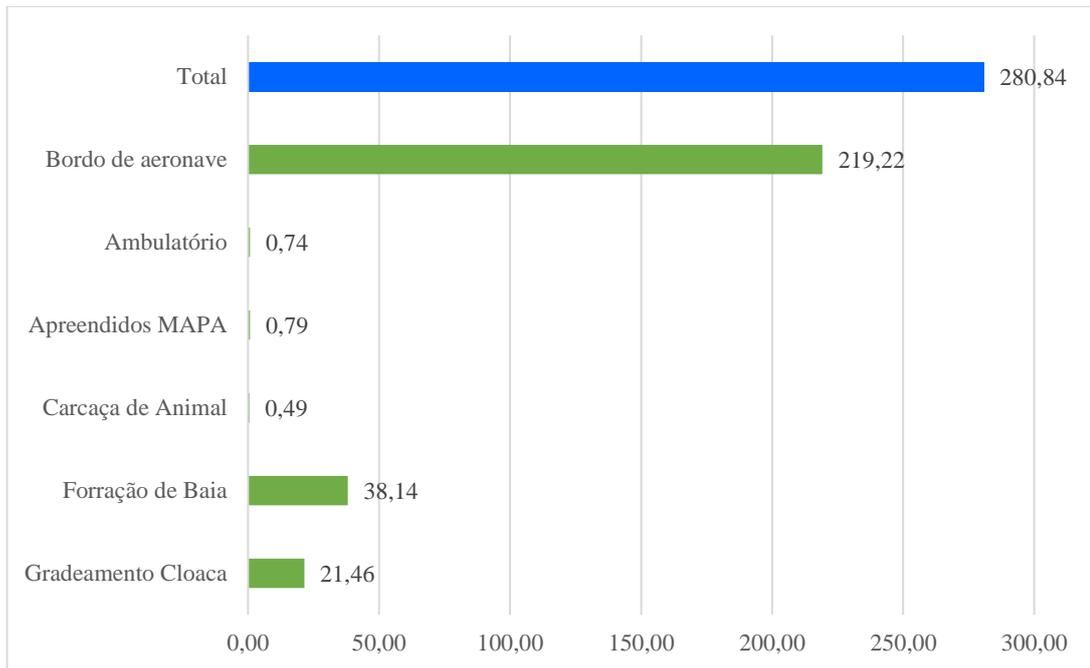
**Gráfico 6.** Percentual composição de resíduos – Aeroporto Internacional de Viracopos – ano 2022

Ano	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	Total
2022	280,84 t	30,68 t	0,00 t	4.751,84 t	0,00 t	5.063,35 t

Fonte: Planilha de Resíduos - Aeroporto Internacional de Viracopos

Cabe destacar que devido a característica de alguns grupos de resíduos gerados em aeroportos, a exemplo dos resíduos grupo A e E (infectantes), grupo B (perigosos), grupo C (radioativos), não é possível e recomendável a aplicação da técnica de gravimetria, para o conhecimento das suas composições.

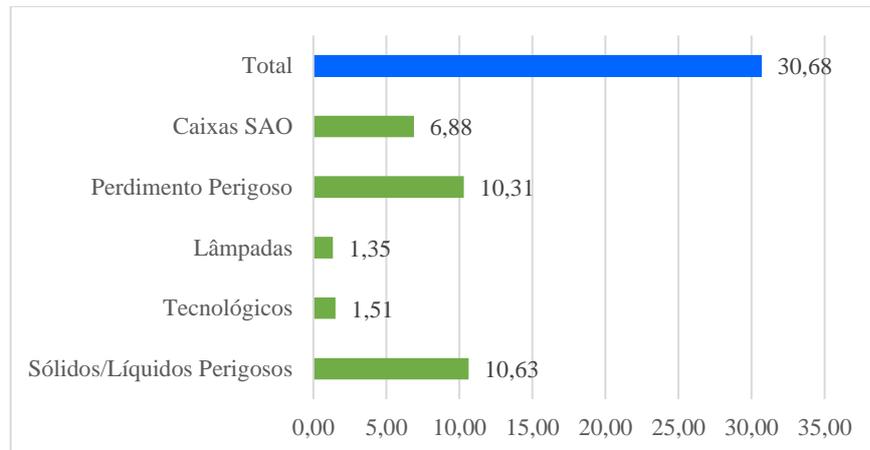
Nesse caso, o conhecimento da composição dos resíduos é realizado através de outras ferramentas de controle, a exemplo do Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR. Diante desse fato e para manter uma padronização dos dados, a apresentação da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Aeroporto Internacional de Viracopos, considerou as informações descritas nos MTR's gerados no período de janeiro a dezembro de 2022 (Gráfico 7 a 9).

**Gráfico 7.** Caracterização gravimétrica resíduos sólidos – Grupo A (toneladas)

Fonte: Planilha de Resíduos - Aeroporto Internacional de Viracopos

É possível observar que os resíduos de bordo de aeronave (oriundos de sanitários de voos nacionais/domésticos e totalidade dos resíduos de voos internacionais) representa o maior percentual de resíduos grupo A, 78,06%, acompanhado pela forração de baia (origem de rejeitos do Terminal de Carga Viva – animais) com 13,58%, gradeamento da cloaca (sólidos oriundos do efluente sanitário gerado no sanitário das aeronaves) com 7,64%.

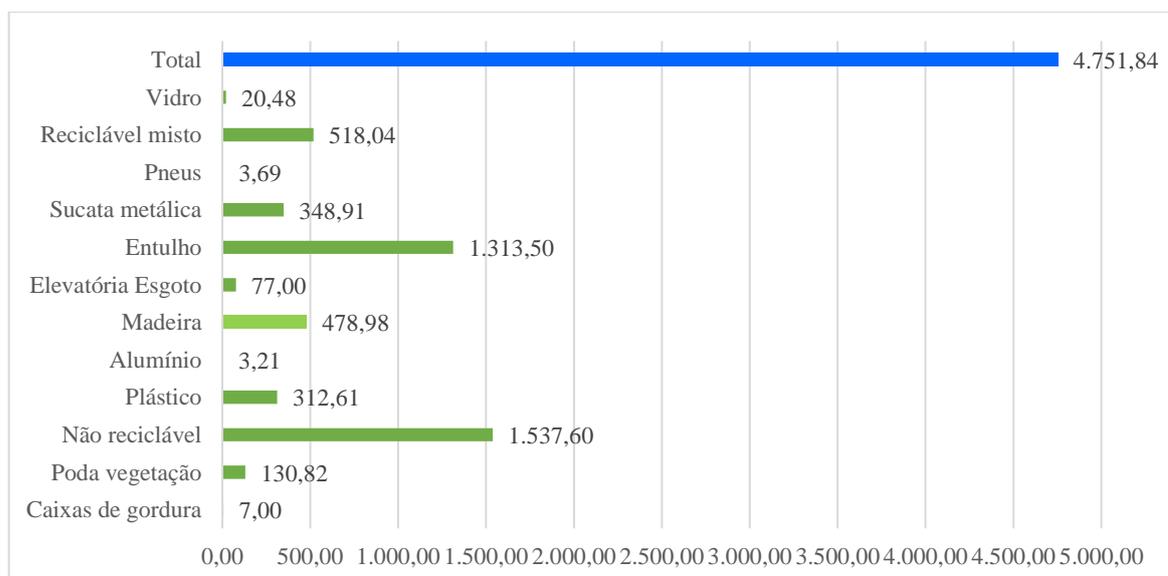
Os demais resíduos podem ser considerados de baixa geração, porém por existirem em um ambiente aeroportuário, requerem estrutura adequada para o seu gerenciamento, são eles: apreendidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA (resíduos de origem vegetal/animal oriundos de voos internacionais, apreendidos pelo MAPA) com 0,28%, ambulatório (atendimento ambulatorial do Terminal de Passageiros) representando 0,26% e carcaça de animal (animais eventualmente atropelados e/ou oriundos de colisão com aeronaves na região do sítio aeroportuário) com 0,18%.

**Gráfico 8.** Caracterização gravimétrica resíduos sólidos – Grupo B (toneladas)

Fonte: Planilha de Resíduos - Aeroporto Internacional de Viracopos

É possível observar que os resíduos sólidos/líquidos perigosos (oriundos das atividades de manutenção) representam o maior percentual de resíduos grupo B, 34,65%, acompanhado pelo perdimento perigoso (material apreendido pela Receita Federal do Brasil, IBAMA, ANVISA, MAPA) 33,60% e limpeza das Caixas Separadoras de Água e Óleo – SAO com 22,43%.

Nesse grupo também é possível evidenciar resíduos com baixo volume de geração, tecnológicos representando 4,92% e lâmpadas com 4,40%.

**Gráfico 9.** Caracterização gravimétrica resíduos sólidos – Grupo D (toneladas)

Fonte: Planilha de Resíduos - Aeroporto Internacional de Viracopos

É possível observar que os resíduos não recicláveis (lixo comum, equiparado aos resíduos domiciliares) representa o maior percentual de resíduos grupo D, 32,36%,

acompanhado pelo entulho (oriundo das atividades de manutenção e principalmente pelas obras e reformas ocorridas no ano analisado) com 27,64%, reciclável misto (papel, plástico, metal, vidro etc., oriundo de todo o sítio aeroportuário, também equiparados aos resíduos domiciliares) representando 10,90%, madeira (sobras de pallets do Terminal de Cargas) com 10,08%, sucata metálica (atividades de manutenção, obras e reformas) com 7,34% e fechando os resíduos de grande geração, o plástico (sobras de embalagens do Terminal de Cargas) que representa 6,58%.

Os demais resíduos podem ser considerados de baixa geração, como: caixas de gordura (limpeza das caixas de gordura, pontos de alimentação), poda de vegetação (corte e manutenção da grama), alumínio (coleta de latinhas de alumínio - específico de um projeto de parceria entre Viracopos e uma companhia aérea), elevatória de esgoto (limpeza das estações elevatórias de efluentes sanitários), pneus (atividades de manutenção da frota de veículos próprios) e vidro (atividades de manutenção), porém, requerem estrutura adequada para o seu gerenciamento, assim como os materiais de grande geração.

Com o desenvolvimento dos indicadores para a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros, a pesquisa buscou uma aplicação prática, através da análise da gestão de resíduos no Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP.

Para que os resultados coletados demonstrassem transparência, os indicadores foram aplicados in loco, diretamente com a equipe de gestão ambiental do Aeroporto de Viracopos, responsável pelo gerenciamento de resíduos sólidos da infraestrutura aeroportuária. A aplicação foi realizada através de entrevista e verificação da documentação e infraestrutura existente, com o uso dos Indicadores para avaliação da gestão de resíduos sólidos (Quadro 10).

A dinâmica utilizada foi a autoanálise, tendo em vista que o estudo não se aprofunda no quesito da apresentação de evidências que validam as respostas aos indicadores estabelecidos. O que não impede que tal prática seja adotada futuramente no momento da sua aplicação.

O Aeroporto Internacional de Viracopos apresentou o padrão de classificação Alfa com 91% de atendimento aos indicadores, ou seja, um desempenho satisfatório e que demonstra o bom nível de gestão de resíduos sólidos nesta importante infraestrutura de utilidade pública no município de Campinas, interior do estado de São Paulo (Quadros 12 e 13).

**Quadro 12.** Análise de indicadores – gestão de resíduos sólidos no Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP

<b>Indicadores para avaliação da gestão de resíduos sólidos - Aeroportos</b>					
<b>Escala de Pontuação - critérios</b>					
<b>Indicador</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>Pontuação Obtida</b>	<b>Pontuação possível</b>
Responsabilidade Técnica - Gestão	Dispõe de responsável técnico com registro em seu conselho de classe e Anotação de Responsabilidade Técnica e/ou Documento Similar	Dispõe de responsável técnico com registro em seu conselho de classe, porém não possui a Anotação de Responsabilidade Técnica e/ou Documento Similar	Não dispõe de responsável técnico com registro em seu conselho de classe e Anotação de Responsabilidade Técnica e/ou Documento Similar	5	5

Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)	Possui o PGRS atualizado (conforme política interna da empresa - prazo de revisão de documentos) e as ações previstas foram implementadas	Possui o PGRS atualizado (conforme política interna da empresa - prazo de revisão de documentos) e as ações previstas estão em implementação	Não possui o PGRS ou possui sem atualização (conforme política interna da empresa - prazo de revisão de documentos) e as ações não foram implementadas	5	5
Armazenamento temporário	O aeroporto dispõe de área de armazenamento temporário (Central de Resíduos) e as suas instalações atendem os critérios previstos na legislação aplicável	O aeroporto dispõe de área de armazenamento temporário (Central de Resíduos) e as suas instalações atendem parcialmente os critérios previstos na legislação aplicável	O aeroporto não dispõe de área de armazenamento temporário (Central de Resíduos) e/ou estrutura similar	5	5
Acondicionamento	Os contêineres e/ou recipientes são identificados e específicos para cada tipologia de resíduo, e possuem as seguintes características: impermeáveis, laváveis, com tampas e resistentes a vazamentos	Os contêineres e/ou recipientes são identificados e específicos para cada tipologia de resíduo, e possuem apenas algumas das seguintes características: impermeáveis, laváveis, com tampas e resistentes a vazamentos	Os contêineres e/ou recipientes não são identificados e específicos para cada tipologia de resíduo, e possuem apenas algumas das seguintes características: impermeáveis, laváveis, com tampas e resistentes a vazamentos	5	5
Coleta e transporte	A coleta e transporte são realizados por veículos específicos, permitindo a segregação adequada dos resíduos sólidos	A coleta e transporte são realizados por veículos específicos, mas, que não permitem a segregação adequada dos resíduos sólidos	A coleta e transporte não são realizados por veículos específicos	5	5
Tratamento e disposição final	Os resíduos são encaminhados para tratamentos compatíveis com a legislação aplicável, inclusive alternativas que possuem	Os resíduos são encaminhados para tratamentos compatíveis com a legislação aplicável, porém não contemplam alternativas que possuem	Os resíduos não são encaminhados para tratamentos com tecnologias compatíveis com a legislação aplicável	5	5

	tecnologias mais limpas	tecnologias mais limpas			
Higienização de veículos coletores (Grupo A e D) - legislação ANVISA	Os veículos coletores são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável e existe periodicidade definida para a atividade	Os veículos coletores são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável, porém não existe periodicidade definida para a atividade	Os veículos coletores não são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável	5	5
Higienização de contêineres/recipientes	Os contêineres são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável e existe periodicidade definida para a atividade	Os contêineres são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável, porém não existe periodicidade definida para a atividade	Os contêineres não são submetidos a procedimentos de limpeza e desinfecção conforme legislação aplicável	5	5
Coleta seletiva	O PGRS contempla a sistemática de coleta seletiva de resíduos sólidos e as ações previstas foram implementadas	O PGRS contempla a sistemática de coleta seletiva de resíduos sólidos e as ações previstas estão em fase de implementação	O PGRS não contempla a sistemática de coleta seletiva de resíduos sólidos	5	5
Treinamentos	O aeroporto possui um Programa ou sistemática de treinamento que contempla todos os envolvidos nas etapas de gerenciamento de resíduos sólidos	O aeroporto possui um Programa ou sistemática de treinamento, porém não contempla todos os envolvidos nas etapas de gerenciamento de resíduos sólidos	O aeroporto não possui um Programa ou sistemática de treinamento	3	5
Geração per capita de resíduos sólidos (geração anual X movimentação de passageiros) - <b>ver nota 2 no rodapé</b>	Menor que o percentual indicado no Plano Anual de Resíduos Sólidos (PLANARES) - plano mais atualizado. Considerar o período do último ano de operação	Igual ao percentual indicado no Plano Anual de Resíduos Sólidos (PLANARES) - plano mais atualizado. Considerar o período do último ano de operação do	Maior que o percentual indicado no Plano Anual de Resíduos Sólidos (PLANARES) - plano mais atualizado. Considerar o período do último ano de operação	0	5

	do aeroporto em condições normais	aeroporto em condições normais	do aeroporto em condições normais		
Autorização de Funcionamento de Empresas - ANVISA	As empresas que atuam no gerenciamento de resíduos sólidos possuem Autorização de Funcionamento de Empresas (AFE), conforme legislação ANVISA aplicável a atividade	As empresas que atuam no gerenciamento de resíduos sólidos estão em processo de obtenção da Autorização de Funcionamento de Empresas (AFE), conforme legislação ANVISA aplicável a atividade	As empresas que atuam no gerenciamento de resíduos sólidos não possuem Autorização de Funcionamento de Empresas (AFE)	5	5
Pneus inservíveis	São armazenados em locais adequados para fins de prevenção da proliferação de vetores, bem como são encaminhados através da logística reversa, reutilização ou reciclagem	São armazenados em locais adequados para fins de prevenção da proliferação de vetores, porém não são destinados para a logística reversa, reutilização ou reciclagem	Não são armazenados em locais adequados para fins de prevenção da proliferação de vetores, bem como são destinados de forma inadequada	5	5
Lâmpadas	São armazenadas em locais adequados que garantem a sua integridade, bem como são destinadas para a logística reversa ou reciclagem	São armazenadas em locais que garantem parcialmente a sua integridade, porém são destinadas para a logística reversa ou reciclagem	São armazenadas em locais inadequados que não garantem a sua integridade, bem como são destinadas de forma inadequada	3	5
Pilhas e baterias	São armazenadas em locais adequados que garantem a sua integridade, bem como são destinadas para a logística reversa ou reciclagem	São armazenadas em locais que garantem parcialmente a sua integridade, porém são destinadas para a logística reversa ou reciclagem	São armazenadas em locais inadequados que não garantem a sua integridade, bem como são destinadas de forma inadequada	5	5
Poda de vegetação	São encaminhadas para o tratamento de compostagem	São encaminhadas para aterro sanitário	São encaminhadas para área de bota fora na área patrimonial do aeroporto	5	5

Resíduo eletrônico	São armazenados em locais adequados que garantem a sua integridade, bem como são destinados para a logística reversa ou reciclagem	São armazenados em locais inadequados, porém são destinados para a logística reversa ou reciclagem	Não são armazenados em locais adequados que garantem a sua integridade, bem como são destinados de forma inadequada	5	5
Saúde do Trabalhador	Os trabalhadores envolvidos nas etapas da gestão de resíduos sólidos são submetidos a todos os exames médicos estabelecidos em legislação	Os trabalhadores envolvidos nas etapas da gestão de resíduos sólidos são submetidos parcialmente aos exames médicos estabelecidos em legislação	Os trabalhadores envolvidos nas etapas da gestão de resíduos sólidos não são submetidos aos exames médicos estabelecidos em legislação	5	5
Equipamento de Proteção Individual (EPI)	As empresas envolvidas nas etapas da gestão de resíduos sólidos disponibilizam todos os EPI's necessários às atividades dos trabalhadores e realizam treinamentos para o uso adequado	As empresas envolvidas nas etapas da gestão de resíduos sólidos disponibilizam todos os EPI's necessários às atividades dos trabalhadores, porém não realizam treinamentos para o uso adequado	As empresas envolvidas nas etapas da gestão de resíduos sólidos não disponibilizam os EPI's necessários às atividades dos trabalhadores	5	5
<b>RESULTADO GERAL</b>				<b>86</b>	<b>95</b>
				<b>Percentual atingido</b>	<b>91%</b>
<p><b>Nota 1:</b> Caso algum indicador não seja aplicável a realidade do Aeroporto, o mesmo deverá ser excluído da análise.</p> <p><b>Nota 2:</b> Também é recomendável que a geração per capita de resíduos seja calculada através do: volume de geração X movimentação de aeronaves, considerando os seguintes critérios/pontuação: 5 - Menor que o percentual do ano anterior / 3 - Igual ao percentual do ano anterior / 0 - Maior que o percentual do ano anterior.</p>					

Fonte: Autor (2022)

**Quadro 13.** Classificação da gestão de resíduos sólidos no Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP

<b>Classificação para avaliação da gestão de resíduos sólidos - Aeroportos</b>		
<b>Padrão</b>	<b>Percentual de atendimento</b>	<b>Critério</b>
Alfa	86% - 100%	Possui uma boa gestão de resíduos sólidos e está em busca da excelência no processo. Grande parcela de requisitos atendidos.

<b>Bravo</b>	60% - 85%	Possui uma gestão de resíduos sólidos regular e está em busca de melhorias no processo. Requisitos básicos atendidos sem desvios graves.
<b>Charlie</b>	Até 59%	Necessário a adoção de ações em busca de melhorias na gestão de resíduos sólidos. Pequena parcela de requisitos atendidos.

Fonte: Autor (2022)

O Aeroporto Internacional de Viracopos obteve a pontuação máxima “5” na maioria dos indicadores, que resultou o seu enquadramento no nível de classificação no Padrão Alfa (86% - 100%). No entanto, alguns critérios receberam a pontuação “0” ou “3”.

O indicador de “treinamentos” recebeu a pontuação “3”, ou seja, foi considerado que o aeroporto de Viracopos possui um programa ou sistemática de treinamento, porém, não contempla todos os envolvidos nas etapas de gerenciamento de resíduos sólidos.

Tendo em vista a complexidade em termos do quantitativo dos trabalhadores fixos no sítio aeroportuário distribuídos entre companhias aéreas, Empresas de Serviços Auxiliares do Transporte Aéreo – ESATAS, prestadores de serviços, cessionários de locação de áreas, estabelecimentos de alimentação, colaboradores da gestão da infraestrutura aeroportuária, e que em alguns desses grupos apresentam índices importantes na rotatividade de colaboradores, se trata de um cenário desafiador, e que requer a adoção de ações mais efetivas com um maior nível de abrangência nos treinamentos e conscientização, que possibilitem uma quantidade maior de pessoas conscientizadas e consequente evolução da nota do indicador.

A geração per capita de resíduos sólidos, que analisa a relação do volume de geração de resíduos sólidos com a movimentação de passageiros em um ano completo, considerando os dados do ano de 2022, obteve a pontuação “0”, ou seja, o percentual 0,43 kg/passageiro foi maior que 0,35 kg/passageiro, referência do PLANARES (2022) adotada como padrão para avaliação do indicador.

Cabe destacar que em uma análise de dados histórico, entre 2013 e 2022, período em que o aeroporto de Viracopos está sob a gestão da iniciativa privada – Aeroportos Brasil Viracopos, esse índice esteve acima do valor de referência do Plano Nacional de Resíduos Sólidos apenas em quatro oportunidades.

Em relação a gestão das lâmpadas, a pontuação obtida foi “3”, pois, mesmo que esse resíduo seja destinado de forma adequada, através da logística reversa ou reciclagem, o local de acondicionamento requer uma melhor infraestrutura, de modo a garantir a integridade do resíduo até que ocorra a sua destinação final.

## 6. CONCLUSÃO

A análise bibliométrica realizada na pesquisa mapeou um baixo número de estudos com foco na análise ou desenvolvimento de metodologias para a avaliação da gestão de resíduos sólidos em aeroportos. No entanto foi possível identificar alguns trabalhos com riqueza de dados e de relevância significativa para a atividade aeroportuária. Se trata de um ponto que requer atenção, tendo em vista a necessidade desse tema permanecer em discussão no âmbito acadêmico e profissional, principalmente no âmbito nacional, tendo em vista que, os aeroportos brasileiros se encontram em constante desenvolvimento e com grandes investimentos, buscando melhorias na infraestrutura para o aumento na movimentação de passageiros e cargas.

Por se tratar de equipamentos de utilidade pública inseridos nos municípios, os aeroportos e as atividades atraídas pelo ramo aeroportuário, se apresentam como um grande gerador de resíduos sólidos. Ao realizar a caracterização do resíduo com as suas respectivas volumetria e gravimetria, o gestor aeroportuário tem a oportunidade de coletar dados relevantes para a implantação de ferramentas adequadas de gerenciamento.

Considerando os dados históricos do Aeroporto Internacional de Viracopos, referente ao período de 2017 a 2022, destacando como ponto de atenção que entre os anos de 2020 e 2021 as atividades aeroportuárias foram diretamente impactadas com a pandemia da Covid-19, foi possível observar que o volume de geração de resíduos sólidos (kg resíduos/movimentação de passageiros) variou entre 0,22 e 0,43. Apenas os anos de 2020 e 2022, com 0,37 e 0,43 kg resíduos/movimentação de passageiros respectivamente, tiveram resultados acima da referência existente no PLANARES (2022), que é de 0,35. As razões para esses números podem estar associadas a redução da movimentação de passageiros no ano de 2020, início da pandemia da Covid-19, e em 2022 com a retomada das operações em sua totalidade, após as restrições associadas a pandemia, somada a demanda reprimida no setor aéreo entre 2020 e 2021.

Em relação a gravimetria, as operações aeroportuárias possuem uma grande variedade na composição dos resíduos sólidos. A atividade possui desde resíduos com características domiciliares, a exemplo de restos de alimentos e materiais recicláveis (papel, plástico, metal etc.) até a geração de resíduos com características infectantes, como materiais gerados no ambulatório e gradeamento da cloaca (local de destinação dos efluentes sanitários gerados nas aeronaves).

Os dados de volumetria e gravimetria de resíduos sólidos gerados nas operações aeroportuárias, ratificam o quanto é complexo estruturar, implementar e operacionalizar o gerenciamento de resíduos de forma adequada nesse ramo de atividade.

A análise da gestão de resíduos sólidos no Aeroporto Internacional de Viracopos – Campinas/SP, permitiu a aplicação prática dos indicadores desenvolvidos, que indicou um bom nível de gerenciamento da infraestrutura aeroportuária, com a obtenção do percentual de 91% de conformidade dos requisitos avaliados, o que possibilitou o enquadramento do aeroporto no nível de classificação Alfa (86% a 100%). Cabe destacar que a avaliação foi realizada com o cenário atual da gestão do aeroporto, ou seja, a manutenção e busca das melhores práticas de gerenciamento devem ser permanentes em um processo de melhoria contínua, para evitar retrocessos e principalmente buscar a excelência na atividade.

Os indicadores propostos na pesquisa têm como objetivo sinalizar para uma possibilidade de avaliação da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros, porém, não esgota a necessidade de novos estudos e proposições de metodologias distintas, para o aperfeiçoamento do processo de gerenciamento de resíduos no modal aéreo. A geração de resíduos sólidos é um relevante aspecto ambiental existente em aeroportos brasileiros, que, por

sua vez, necessita de boas práticas de gerenciamento, buscando a minimização e eliminação de impactos ambientais negativos. Esses impactos ambientais negativos estão associados, desde as possíveis contaminações do solo e água, até a ocorrência de acidente aeronáutico, tendo em vista que o descarte irregular de resíduos pode se tornar um atrativo para aves, que por sua vez, configuram no aumento do risco de colisão de pássaros com as aeronaves.

## **7. SUGESTÕES**

Com a realização da pesquisa, é possível sugerir algumas ações para futuros trabalhos acadêmicos, bem como para a indústria aeroportuária e demais partes interessadas, buscando o aperfeiçoamento da gestão de resíduos sólidos nos aeroportos brasileiros:

- Desenvolvimento de novos estudos associados à criação de indicadores para a análise da gestão de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros, para aprofundamento da discussão e fornecimento de ferramentas de avaliação aos gestores da infraestrutura aeroportuária.
- Criação de uma base de dados específica da geração de resíduos sólidos em aeroportos brasileiros, buscando o mapeamento do cenário brasileiro, permitindo o aperfeiçoamento da gestão de resíduos na atividade.
- Aplicação de metodologias e propostas de indicadores publicadas neste e em outros estudos existentes, por parte dos gestores da infraestrutura aeroportuária, para fins de avaliação da gestão de resíduos em suas respectivas atividades, análise crítica do método e sugestões de melhorias das ferramentas propostas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.031: Gestão Ambiental – avaliação de desempenho ambiental – diretrizes. Rio de Janeiro, 2015.

ANAC. **ANACPEDIA**. Disponível em: [https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por\\_ing/tr1294.htm](https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_ing/tr1294.htm). Acesso em: 19 set. 2020.

ANAC. **ANACPEDIA**. Disponível em: [https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por\\_esp/tr60.htm](https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/tr60.htm). Acesso em 19 set. 2020.

ANAC. **Aeródromos**. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/localizacao-geografica>. Acesso em 19 set. 2020.

ANAC. **Anuário do Transporte Aéreo**. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-de-transporte-aereo/anuario-do-transporte-aereo/dados-do-anuario-do-transporte-aereo>. Acesso em 19 set. 2020.

ANAC. **Notícias**. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2023/movimentacao-de-passageiros-em-2022-alcanca-maior-patamar-desde-o-inicio-da-pandemia-consolidando-recuperacao-do-setor>. Acesso em 08 mai. 2023.

ANAC. **RBAC – Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil**. Disponível em: [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac-rbac-153/@@display-file/arquivo\\_norma/RBAC153EMD06.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac-rbac-153/@@display-file/arquivo_norma/RBAC153EMD06.pdf). Acesso em 29 mai. 2021.

Associação Nacional de Concessionárias de Aeroportos Brasileiros - ANCAB. **Aeroportos**. Disponível em: <https://ancab.com.br/aeroportos/aeroporto-internacional-viracopos/>. Acesso em 29 mai. 2021.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Legislação**. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-661-de-30-de-marco-de-2022-389846344>. Acesso em 08 ago. 2022.

ARAÚJO, C. A. A. 2006. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, 12 (1). <http://doi.org/10.19132/1808-5245121>.

BAXTER, G.; SRISAENG, P.; WILD, G. Sustainable airport waste management: the case of Kansai international airport. **Recycling** 3, 1–22, 2018. <https://doi.org/10.3390/recycling3010006>.

BRASIL. **Lei 12305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 17 set. 2020.

CARRA, T. A.; CONCEIÇÃO, F. T.; TEIXEIRA, B. B. **Indicadores para a gestão de resíduos sólidos em aeroportos e sua aplicação no Aeroporto Internacional de Viracopos, Campinas, São Paulo**. *Eng Sanit Ambient* | v.18 n.2 | abr/jun 2013 | 131-138.

Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 005/1993**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0005-050893.PDF>. Acesso em 08 ago. 2022.

COSTA, V. N. G. Turismo e transporte aéreo - uma avaliação económica do projecto de expansão do Aeroporto do Porto. **Tourism & Management Studies**, 16(2), 2020, 35-42. <http://dx.doi.org/10.18089/tms.2020.160204>.

COLVERO, D. A. Análise das rotas tecnológicas existentes para os resíduos sólidos urbanos no município da Cidade Ocidental – GO. Universidade Federal de Goiás, Programa de Pesquisa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente, 2014.

ENSSLIN, L., ENSSLIN, S. R., SOUZA, J. V., AFONSO, M. H. F. 2011. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo proKnow-C na busca da literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. DOI: 10.5773/rgsa.v5i2.424.

FALAGAS, M. E., PITSOUNI, E.I., MALIETZIS, G.A., PAPPAS, G., 2008. Comparação de PubMed, Scopus, web of science e google scholar: pontos fortes e fracos. **Faseb. J.** 22, 338-342. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492lsf>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **População**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em 19 set. 2020.

JANIC, M. **Greening Airports: Advanced Technology and Operations, first ed**. Springer-Verlag London, 2011. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-658-0>.

JUCÁ, J. F. T. Relatório final sobre as principais rotas tecnológicas de destinação de resíduos sólidos urbanos no Exterior e no Brasil. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Produto 7**. Recife, PE. out. , 2013.

KASAVAN, S., YUSOFF, S., FAKRI, M. R., SIRON, R. Poluição plástica em ecossistemas aquáticos: uma análise bibliométrica de 2000 a 2020. **Journal of Cleaner Production** 313 (2021) 127946. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127946>.

KILKIS, S.; KILKIS, S. Benchmarking airports based on a sustainability ranking index. **J. Clean. Prod.** 130, 248–259, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.031>.

LAM, C. M.; YU, I. K. M.; MEDEL, F.; TSANG, D. C. W.; HSU, S. C.; POON, C. S. Life-cycle cost-benefit analysis on sustainable food waste management: the case of Hong Kong International Airport. **J. Clean. Prod.** 187, 751–762, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.160>.

Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA. Instruções Normativas. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/produtos-veterinarios/legislacao-1/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-sda-mapa-no-39-de-27-11-2017.pdf/view>. Acesso em 06 mai. 2023.

MENEZES, R. O.; CASTRO, S. R.; SILVA, J. B. G.; TEIXEIRA, G. P.; SILVA, M. A. M. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Eng. Sanit. Ambient.** vol.24 no.2 Rio de Janeiro Mar./Apr. 2019 Epub May 30, 2019.

- Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PLANARES. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano\\_nacional\\_de\\_residuos\\_solidos-1.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf). Acesso em 05 maio. 2022.
- Organização das Nações Unidas – ONU. **Países-membros da Organização das Nações Unidas**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca/paises-membros/#paisesMembros8>. Acesso em 20 set. 2020.
- OZCAN, H. K.; GUVENC, S. Y.; GUVENC, L.; DEMIR, G. **Municipal Solid Waste Characterization according to Different Income Levels: A Case Study**. Sustainability, v. 8, n. 10, p. 1044, 2016. <https://doi.org/10.3390/su8101044>
- PIMENTEL, C. H. L., NÓBREGA, C. C., JUCÁ, J. F. T., PIMENTEL, U. H. O., MARTINS, W. A. A gestão das rotas tecnológicas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos no município de João Pessoa/PB. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 7063-7088, feb. 2020. ISSN 2525-8761
- PITT, M., BROWN, A.; SMITH, A. **Waste management at airport**. Facilities 20, 198–207, 2002. <https://doi.org/10.1108/02632770210426684>.
- RODRIGUES, A. M., ZEVIANI, C. H., REBELATO, M. G., BORGES, L. **Avaliação de Desempenho Ambiental Industrial: Elaboração de um referencial metodológico**. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.15, n. 1, p. 101-134, jan./mar. 2015.
- SÁNCHEZ, L. E. Avaliação ambiental estratégica e sua aplicação no Brasil. **São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, 2008.
- SANTOS, C. K. N. (2008) **Metodologia do Carbono Social – Manual do Multiplicador**. Palmas: Instituto Ecológica.
- SANTOS, A. J., MANCINI, S. D.; ROVEDA, J. A. F.; EWBANK, H.; ROVEDA, S. R. M. M. A fuzzy assessment method to airport waste management: A case study of Congonhas Airport, Brazil. Journal of Air Transport Management, Volume 87, August 2020, 101838. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101838>.
- SILVA, F. Q., SANTOS. E. B. A., BRANDÃO, M. M., VILS, L. Estudo Bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. **Revista Brasileira de Marketing – ReMark**. Vol. 15, N. 2. Abril/Junho. 2016.
- SILVA, M. E. I. Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos infectantes no aeroporto internacional Antônio Carlos Jobim. Dissertação (Mestrado Profissional em Vigilância Sanitária) – Programa de Pós-Graduação em Vigilância Sanitária, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2017.
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. **Manejo dos resíduos sólidos urbanos, 2019**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-residuos-solidos>. Acesso em 30 jan.2021.
- VEGA, C. A.; BENÍTEZ, S. O.; BARRETO, MARIA, E. R. Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. **Waste management**, v. 28, p. S21-S26, 2008.
- VIRACOPOS. Livro: Histórias, Legados e Conquistas, LV\_Viracopos\_EXP.indd, 2017. BB Editora.