

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES  
ENGENHARIA DE TRANSPORTES

CAMILA TEODORA DE SOUZA REIS

**VALIDAÇÃO DE ÁREA OPERACIONAL DECLARADA DE TERMINAL DE  
CARGAS POR MEIO DE MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO  
AEROPORTUÁRIOS: ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO INTERNACIONAL  
DE BELO HORIZONTE – CONFINS – TANCREDO NEVES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BELO HORIZONTE  
2020

CAMILA TEODORA DE SOUZA REIS

**VALIDAÇÃO DE ÁREA OPERACIONAL DECLARADA DE TERMINAL DE  
CARGAS POR MEIO DE MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO  
AEROPORTUÁRIOS: ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO INTERNACIONAL  
DE BELO HORIZONTE – CONFINS – TANCREDO NEVES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Graduação em Engenharia de Transportes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Msc. Tainá Pôssas Abreu

BELO HORIZONTE

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Tainá Pôssas Abreu, pelo incentivo e apoio durante todo o trajeto de desenvolvimento deste trabalho. Por tamanha competência, dedicação e acompanhamento durante todo o percurso.

À BHAirport, pelo fornecimento de alguns dados, que auxiliaram na elaboração desse estudo.

Aos grandes amigos que fiz durante os anos na faculdade, em especial à: Andressa Vitorio, Arthur Andrade, Bruna Castro, João Teixeira, Pedro Linhares, Ricardo Santana, Rodrigo Cunha, Tatiane Cordeiro, Vitor Rangel e Warley Oliveira. Pelos momentos dentro e fora do ambiente acadêmico, certamente lembrarei com muito carinho dessa fase que vivemos, cheia de experiências, vivências, aprendizados e descobertas, vocês são muito especiais.

Aos meus pais, Neide e José, pelas oportunidades e incentivos ofertados ao longo da caminhada. À minha irmã, Mariana, por ser uma grande amiga e apoiadora. E à minha prima, Dáfiny, por ser minha inspiração e motivação.

Aos demais amigos e familiares que me ajudaram direta ou indiretamente para a conclusão dessa jornada. A caminhada é árdua, mas certamente muito gratificante e prazerosa. Sentirei saudades do percurso.

*“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância”.*

John F. Kennedy

## RESUMO

REIS, Camila Teodora de Souza. **Validação da área operacional declarada de terminal de cargas por meio de métodos de dimensionamento aeroportuários: Estudo de caso no Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves**. 2020. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia de Transportes. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2020.

Além dos estudos de demanda por transporte aéreo, o conhecimento da infraestrutura é um importante fator nas buscas por aumento de eficiência e desempenho operacional dos serviços aeroportuários, principalmente no que se diz respeito à movimentação de cargas. Uma das limitações percebidas em Terminais de Cargas Aéreas, conhecidos como TECAs, é com relação à capacidade instalada, que pode não suportar a demanda, se subdimensionada, ou gerar subutilização no caso oposto. Um problema que passa a ser evidente nestes casos é discordância entre valores de capacidade declarada pela administradora aeroportuária e a capacidade realmente instalada, muitas vezes devido à ausência de métodos claros de dimensionamento utilizados. O presente trabalho faz um estudo de métodos de cálculos de capacidade de TECAs existentes na literatura e, com elas, propõe-se a validar a capacidade declarada, em termos de área logística, do TECA de importação e exportação do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte - Confins - Tancredo Neves (CNF). Para alcançar a proposta, fez-se uma revisão sistemática da literatura acerca do tema e uma revisão sobre os métodos disponíveis. Para aplicação dos cálculos, o presente trabalho faz uso de dados como o tempo de armazenagem, volume, tipos de carga e peso, os quais foram fornecidos pela BHAirport, empresa concessionária de CNF, através dos relatórios gerados pelo sistema Tecaplus. Como resultados, são apresentadas evidências de que a capacidade declarada pela administradora, estimada em 30 mil toneladas por ano, está subdimensionada considerando a real infraestrutura existente no TECA estudado. Os resultados apresentados podem auxiliar na identificação de gargalos logísticos do terminal, além de servir de subsídio para o direcionamento de ampliações futuras da infraestrutura do aeroporto estudado.

**Palavras-chave:** Aeroportos; Terminal de Cargas Aéreas; Capacidade Aeroportuária.

## ABSTRACT

REIS, Camila Teodora de Souza. **Validation of the declared operational area of the cargo terminal using Airport sizing methods: case study at Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves International Airport (CNF)**. 2020. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia de Transportes. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2020.

In addition to air transport demand studies, knowledge of the infrastructure is an important factor in the search for increased efficiency and operational performance of airport services, especially with regard to cargo handling. One of the limitations perceived in Air Cargo Terminals, known as ACTs, is in relation to the installed capacity, which may not support the demand, if undersized, or generate underutilization in the opposite case. A problem that becomes evident in these cases is a discrepancy between the capacity values declared by the airport administrator and the capacity actually installed, often due to the absence of clear measurement methods usage. The present work studies some methods of ACTs capacity calculation existent in the literature and, with them, proposes to validate the declared capacity, in terms of logistics area, of the ACT of import and export of Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves International Airport (CNF). To achieve the proposal, a systematic review of the literature on the topic and a review of available methods was carried out. To apply the calculations, the present work makes use of data such as storage time, volume, types of cargo and weight, which were provided by BHAirport, a CNF concessionaire company, through reports generated by the Tecaplus system. As a result, evidence is presented that the capacity declared by the administrator, estimated at 30 thousand tons per year, is undersized considering the actual existing infrastructure at the studied ACT. The results presented can assist in the identification of logistical bottlenecks in the terminal, in addition to serving as a subsidy for directing future expansions of the studied airport infrastructure.

**Keywords:** Airports; Air cargo terminal; Airport Capacity.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas de inclusão e exclusão dos trabalhos pelo Scopus.....	9
Figura 2 – Participação dos aeroportos brasileiros no transporte de carga aérea internacional.....	17
Figura 3 – Fluxo de Exportação .....	19
Figura 4 – Composição da matriz de transporte de carga no Brasil em 2013.....	20
Figura 5 - Carga em importação e exportação em 20 aeroportos do Brasil. ....	23
Figura 6 - Nível de utilização dos terminais de carga do Brasil.....	25
Figura 7 - Estrutura Organizacional do Terminal de Cargas da BHAirport Cargo .....	38
Figura 8 – Cargas internacionais e domésticas no TECA.....	39
Figura 9 - Imagem satélite do Cargo Center BHAirport em 2020.....	40
Figura 10 – Linha do tempo dos métodos de dimensionamento.....	49
Figura 11 – Metodologia para dimensionamento da capacidade do terminal de cargas .....	53
Figura 12 - Dimensionamento dos terminais de carga do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte - Confins - Tancredo Neves .....	60
Figura 13 - Proporção típica da ocupação dos componentes no terminal de importação .....	61

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Cargas pagas movimentadas ao longo dos anos. ....	20
Gráfico 2 – Taxa de crescimento das exportações e importações entre todos os modos. ....	21
Gráfico 3 – Movimentação de Cargas por Modalidade .....	23
Gráfico 4 – Participação dos aeroportos brasileiros no transporte de carga aérea internacional. ....	27
Gráfico 5 – Aeroportos brasileiros no transporte de carga internacional em 2019. ...	28
Gráfico 6 – Peso movimentado pelo Terminal de Guarulhos em 2019 .....	30
Gráfico 7 – Peso movimentado pelo Terminal Viracopos – Campinas em 2019.....	33
Gráfico 8 – Movimentação de cargas em CNF em 2019.....	34
Gráfico 9 - Peso movimentado pela BHAirport – Exportação.....	37
Gráfico 10 – Peso movimentado pela BHAirport – Importação. ....	37
Gráfico 11 – Movimentação de cargas internacionais importadas ao longo dos anos .....	42
Gráfico 12 – Movimentação de cargas internacionais exportadas ao longo dos anos .....	44
Gráfico 13 - Ábaco da FAA para estimativa da área de terminais de carga .....	50
Gráfico 14 – Dimensionamento pelo método FAA .....	55
Gráfico 15 – Comparação dos métodos de dimensionamento da área operacional	63
Gráfico 16 – Área dos terminais considerando apenas área de processamento .....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução da demanda nos anos 2007-2009.....	24
Tabela 2 – Participação dos aeroportos brasileiros administrados pela Infraero no transporte de carga aérea internacional (em toneladas).....	26
Tabela 3 – Movimentação de cargas internacionais .....	57
Tabela 4 – Porcentagens de cargas importadas e exportadas pela BHAirport .....	57
Tabela 5 - Tempo médio de armazenagem em horas.....	58
Tabela 6 – Tempo médio de armazenagem em dias .....	59
Tabela 7 - Componentes do Terminal de Cargas.....	61
Tabela 8 – Resumo dos resultados encontrados em Magalhães (1998) .....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
BSB	Aeroporto Internacional de Brasília
CNF	Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DAE	Documento de Arrecadação de Exportação
DEE	Declaração de Exportação
DI	Declaração de Importação
DSE	Declaração Simplificada de Exportação
DSI	Declaração Simplificada de Importação
DTA	Declaração de Trânsito Aduaneiro
DTI	Declaração de Trânsito Internacional
EUA	Estados Unidos da América
FAA	Federal Aviation Administration
FLN	Aeroporto Internacional de Florianópolis
FOB	Free on Board
FOR	Aeroporto Internacional de Fortaleza
GIG	Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro - Galeão
GRU	Sigla IATA para Aeroporto Internacional de Guarulhos

IAC	Instituto de Aviação Civil
IATA	International Air Transport Association
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IED	Investimento Estrangeiro Direto
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
JIT	Just in Time
LI	Licença de Importação
MANTRA	Sistema Integrado da Gerência do Manifesto, do Trânsito e do Armazenamento
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
PIB	Produto Interno Bruto
POA	Aeroporto Internacional Salgado Filho/Porto Alegre
PPP	Parceria Público-Privada
SAC/PR	Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República
SISCOMEX	Sistema integrado de Comércio Exterior
SSA	Aeroporto Internacional de Salvador
STBA	Services Techniques des Bases Aériennes
TECA	Terminal de Cargas Aeroportuário

TECAPLUS	Sistema de dados utilizado para o registro de cargas pelos funcionários da Infraero
TPE	Aeroporto Internacional Taiwan Taoyuan
TPI	Triunfo Participações e Investimentos
ULD	Unit Load Devices (equipamento para consolidação de carga)
VCP	Sigla IATA para Aeroporto Internacional de Viracopos

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Problemas e premissas .....	4
1.2 Objetivo .....	4
1.3 Justificativa e relevância.....	4
1.4 Estrutura do trabalho .....	5
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
2.1 Capacidade de aeroportos .....	7
2.2 Tipos de cargas aéreas .....	12
2.3 Aeronaves .....	13
2.4 Operação do terminal de cargas aéreas.....	13
2.5 Carga aérea no Brasil.....	19
2.6 Aeroportos Brasileiros .....	22
2.6.1 Aeroporto de Guarulhos.....	28
2.6.2 Aeroporto de Campinas .....	30
2.6.3 Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves ..	33
2.1 Transporte de Carga Aérea na pandemia .....	36
<b>3. TERMINAL DE CARGAS DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE BELO HORIZONTE- CONFINS –TANCREDO NEVES</b> .....	<b>38</b>
3.1 Processo de Importação:.....	40
3.2 Processo de Exportação:.....	43
<b>4. METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO</b> .....	<b>45</b>
4.1 Fatores que influenciam no dimensionamento do TECA.....	46
4.1.1 Tipo e quantidade de carga a ser processada nos períodos de pico .....	47
4.1.2 Tipo e quantidade de carga que requer tratamento especial .....	47
4.1.3 Tipo de aeronave e frequência de voo.....	47
4.1.4 Nível de tecnologia do terminal .....	48
4.1.5 Quantidade de Cargas pré-unitizadas.....	48
4.1.6 Tempo de permanência da carga no terminal.....	49
4.2 Métodos encontrados na literatura .....	49
4.2.1 Método da FAA - <i>Federal Aviation Administration</i> .....	50
4.2.2 Método da <i>Services Techniques des Bases Aériennes</i> (STBA) .....	50

4.2.3	Método da <i>Internacional Air Transport Association</i> (IATA) .....	51
4.2.4	Método do Instituto de Aviação Civil (IAC) .....	51
4.2.5	Método McKinsey & Company .....	52
<b>5.</b>	<b>ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	<b>54</b>
5.1	Dimensionamento do terminal pelos métodos encontrados na literatura .....	54
5.2	Resumo dos métodos .....	62
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>67</b>

## **APÊNDICE A – PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO**

## 1. INTRODUÇÃO

O transporte aéreo de cargas teve início nos anos 50, como um subproduto do transporte de passageiros. Apenas em 1975 é que o negócio se tornou independente e com fins lucrativos. A demanda por este tipo de transporte aumentou significativamente no decorrer dos anos, devido à vantagem da entrega rápida (Chen e Chou, 2006).

A carga aérea é apenas uma parte da distribuição global de mercadorias. Os clientes exigem que as demandas cheguem ao seu destino com certa rapidez, sem danos e com preço razoável, independentemente do modo de transporte. Diferentes modos de transporte – rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo – participam no deslocamento de mercadorias. Porém, o transporte aéreo se destaca pela velocidade e confiabilidade (Boeing, 2018).

Com a liberalização do comércio mundial e a operação logística global, a indústria de carga aérea vem crescendo na última década. O transporte aéreo de cargas tem se tornado cada vez mais importante, em virtude do desenvolvimento das indústrias de alta tecnologia, que representam grande parte da carga aérea transportada. O modo aéreo é caracterizado por movimentar, principalmente, mercadorias de alto valor agregado, como computadores e telefones celulares e produtos perecíveis (flores, alimentos), porque oferece rapidez, segurança e confiabilidade (Suryani *et al.*, 2012).

O modo aéreo para transporte de cargas sofreu expressiva evolução, tanto nacional quanto internacionalmente, construindo-se uma unidade de negócios. Com isso, grandes investimentos foram realizados nos terminais de cargas do país, de forma a modernizar as áreas logísticas e aumentar a capacidade operacional do sistema. As melhorias na operação dos terminais estão diretamente relacionadas à redução dos custos operacionais e à redução da área necessária nos terminais para armazenagem e processamento de mercadorias. Esses aspectos devem ser analisados uma vez que as cargas geralmente permanecem mais tempo no terminal do que em voo (Meneses, 2001).

O modelo de administração aeroportuária no Brasil, concentrado na esfera pública, por meio da Infraero (Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária), possuía

como principal desafio a expansão de capacidade dos aeroportos. De acordo com a base de 2006 do plano de investimentos da Infraero, houve nesse período uma sobrecarga da utilização dos aeroportos e baixos níveis de serviço. Os principais impasses para a execução dos investimentos planejados eram a burocracia do processo para contratação (em decorrência da Lei 8.666) e a capacidade de execução limitada (McKinsey & Company, 2010).

Durante o governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso, entre 1995 e 2003, com a política de Estado mínimo e maior participação da iniciativa privada, algumas agências reguladoras foram criadas. A partir de 2003, com o mandato do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, as Agências Reguladoras passaram por modificações e em 2005, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) iniciou suas atividades. No governo da Presidente Dilma Rousseff foi criada a Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República – SAC/PR, na tentativa de reduzir o poder da ANAC (Silveira e Quintilhano, 2019).

O serviço aeroportuário era basicamente controlado pelo Estado e centralizado, até 2010. Cerca de 97% do transporte aéreo regular eram de responsabilidade dos aeroportos administrados pela Infraero. A partir do ano de 2010, significativas mudanças foram realizadas com o objetivo de melhorar a qualidade e eficiência dos serviços aéreos (Nascimento, 2014).

A demanda do setor aéreo cresceu 203% entre 2004 e 2013 e esse indicador de desenvolvimento fez tanto o setor público quanto privado visualizar um cenário favorável para fazer investimentos no setor aéreo. Porém, em 2006 houve o chamado “caos aéreo” causado pelo desequilíbrio entre número de passageiros e infraestrutura dos aeroportos. A partir desse momento, deu-se início à necessidade de investimentos aeroportuários para melhorar a qualidade do serviço (Santos, 2017).

Em 2014 a Copa do Mundo de Futebol foi sediada no país e em 2016 as Olimpíadas, fato que contribui ainda mais para o aumento da demanda do transporte aéreo. A solução apontada em diversos estudos foi a participação da iniciativa privada na gestão para tentar amenizar os problemas da infraestrutura dos aeroportos brasileiros (Santos, 2017).

A transição da esfera pública para a privada é chamada de “privatização” ou “concessão”, ambos os termos retratam o mesmo processo de participação da iniciativa privada na administração dos aeroportos. E essa mudança não

necessariamente diz respeito à transferência integral de ativos, pode se tratar apenas de troca de funções, responsabilidades ou controle de bens e serviços entre as esferas públicas e privadas (Paiva, 2015). O modelo de parcerias público-privadas (PPP) é diferente pelo arranjo institucional e pelo grau de riscos e responsabilidades entre os parceiros (Santos, 2017).

Existem alguns modelos de governança com diferentes graus de envolvimento do setor privado. O modelo com maior participação da iniciativa privada, com exceção da transferência total da posse do empreendimento, é a concessão, que por consequência, oferece maior risco (Santos, 2017).

A partir de 2011, alguns aeroportos foram concedidos à iniciativa privada, devido à necessidade de expansão da infraestrutura e ao crescimento da demanda para esse modo de transporte, no Brasil. A concessão de aeroportos brasileiros gerou uma redução de receita que não foi acompanhada pela igual redução dos custos. Apesar disso, a Infraero continua como a maior operadora aeroportuária no Brasil, operando no transporte de passageiros e no transporte de carga (Infraero, 2018).

Em 2016 a Infraero era responsável pela administração de 60 aeroportos, 72 Estações Prestadoras de Serviços de Telecomunicações e de Tráfego Aéreo. Em 2018, o número de aeroportos administrados pela estatal do governo caiu para 56, com a concessão dos aeroportos de Porto Alegre, Fortaleza, Salvador e Florianópolis, através de leilão. Em 2018 a Infraero era responsável por 24 terminais de logística de carga (Barcelos, 2018). Atualmente, a estatal administra 55 aeroportos e possui em sua estrutura uma Rede de 19 Terminais de Carga, espalhados no Brasil (Infraero, 2019).

O transporte de cargas aéreas foi atingido pela pandemia em vários países. No final de 2019 foi identificado na China, o primeiro caso do surto da doença pelo novo coronavírus, causada pelo SARS-coV2. Os casos se espalharam a nível mundial e, em fevereiro de 2020, foi identificado o primeiro caso no Brasil. No mês de abril de 2020 foi registrada queda de mais de 50% no transporte de mercadorias dos aeroportos brasileiros, comparado ao mesmo mês do ano anterior. A quantidade de cargas transportadas reduziu a partir da implantação de medidas de distanciamento social para prevenir a transmissão do vírus no país (Agência Brasil, 2020).

## **1.1 Problemas e premissas**

Um Terminal de Cargas Aeroportuário, também conhecido como TECA, é uma área de aeroporto destinada exclusivamente aos processos de transferência intermodal de cargas, que funciona tanto para atividades de importação quanto de exportação de produtos. A determinação da capacidade de um terminal é importante para que os planejadores e os operadores do aeroporto definam parâmetros e estratégias para potencializar o recebimento de mercadorias. Para tanto, necessita-se aferir se o espaço e os recursos disponíveis comportam a demanda atual e projetada.

O desafio deste trabalho é calcular, analisar e comparar a capacidade, em termos de área, do Cargo Center do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves a partir do Método da Federal Aviation Administration – FAA (1964), Método STBA – Services Techniques des Bases Aériennes (1984), Método da International Air Transport Association – IATA (1991), Método do Instituto de Aviação Civil (IAC) e Método da McKinsey & Company (2010). Além disso, será explorado se a capacidade atual é suficiente para atender a demanda estimada. Com isso, medidas futuras poderão ser tomadas para otimizar o processo logístico do terminal de cargas.

## **1.2 Objetivo**

O presente trabalho tem como objetivo validar a área operacional declarada do Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte - Confins - Tancredo Neves, comparando os métodos encontrados na literatura através de dados secundários de movimentação de carga.

## **1.3 Justificativa e relevância**

Segundo Magalhães (1998), o sistema operacional de Terminais de carga aérea não possui tantos estudos e pesquisas detalhadas, como se observa no caso dos terminais de passageiros, pistas de pouso ou pátios de estacionamentos de

aeronaves. Esse fator, deve-se à crença, de que o transporte aéreo se dedicava fundamentalmente ao transporte de passageiros.

O transporte aéreo de cargas apresenta vantagens quando comparado a outros modos de transporte, principalmente por não possuir limitações geográficas, além da rapidez, qualidade e eficiência. Porém, faz-se necessária uma avaliação da capacidade dos aeroportos nos curtos e longos prazos a fim de analisar os impactos no desenvolvimento do país, gerados por meio da integração multimodal e da logística das mercadorias, que impulsionam as importações e exportações.

O custo por tonelada transportada e a limitação de tamanho e peso dos produtos, são alguns fatores que mostram a desvantagem do sistema de transporte de cargas aéreas. Com isso, os serviços de transporte aéreo são utilizados principalmente para cargas de alto valor agregado. Os principais produtos transportados por esse modo são: medicamentos, bens de luxo, perecíveis; amostras, designs e modelos industriais; e componentes eletrônicos (ANAC, 2013).

O serviço de transporte aeroportuário de cargas aéreas internacionais exige uma infraestrutura de médio-grande porte para permitir o tratamento da carga e para isso, necessita-se de uma avaliação dos terminais de cargas do País (McKinsey & Company, 2010). O Brasil processou cerca de 1,6 milhão de toneladas de carga no total em 2019, considerando cargas domésticas e internacionais (ANAC, 2020).

Justifica-se este trabalho aos fatores apontados acima, principalmente relativos à falta de estudos do sistema operacional nos terminais de cargas do país. Além disso, às vantagens apresentadas pelo transporte de mercadorias através do modo aéreo, destacando-se o transporte de produtos com alto valor agregado, medicamentos, órgãos para transplante e produtos perecíveis. Para que o tratamento das cargas seja feito de forma eficaz é importante a busca pelo aumento do desempenho operacional dos serviços aeroportuários.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos e referências bibliográficas, da seguinte forma:

O Capítulo 1 introduz o trabalho, apresentando uma contextualização a respeito do tema da pesquisa, problemas e premissas, objetivo, justificativa e estrutura do trabalho.

No Capítulo 2, referencial teórico, será abordado a capacidade de aeroportos, por meio de revisão sistemática, os tipos de cargas aéreas, os tipos de aeronaves utilizadas no transporte de carga, as atribuições do terminal de carga aérea com sua respectiva operação e os principais trabalhos relacionados à carga aérea no Brasil. Serão apontadas também as características dos aeroportos brasileiros com maior movimentação de cargas no país e a caracterização do aeroporto em estudo, seguido por explicações sobre o impacto da pandemia no transporte brasileiro de carga aérea.

O Capítulo 3 dedica-se ao terminal de cargas que será objeto do estudo de caso, o Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves, com observações levantadas por meio de visita técnica ao terminal, no ano de 2019. O processo de importação e exportação desse TECA será detalhado nesse capítulo, além da estrutura organizacional.

O Capítulo 4 dedica-se aos métodos adotados no desenvolvimento do estudo, abordando o dimensionamento do terminal de cargas aéreas e aplicação de alguns dos métodos da literatura para o cálculo da área operacional de um terminal específico.

No Capítulo 5, apresentação de dados e análise de resultados, é realizada a avaliação dos resultados obtidos com o cálculo de capacidade do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves, por meio de diferentes métodos. Esse capítulo tem o objetivo de analisar a atual condição operacional do terminal de cargas e comparar os diversos métodos aplicados.

O Capítulo 6 apresenta as considerações finais do estudo, com a sugestão de futuros trabalhos para dar continuidade a essa pesquisa.

Na sequência, encontram-se as referências bibliográficas consultadas para o desenvolvimento do estudo. No final do trabalho se encontra o apêndice A referente ao Portfólio Bibliográfico.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Com o crescimento da demanda dos aeroportos, um dos principais focos no gerenciamento dos aeroportos é com relação ao equilíbrio entre a capacidade e a demanda. Se a capacidade para atender as demandas for suficiente e a demanda for devidamente atendida, logo, subentende-se que a interação entre os componentes aéreos e terrestres funcionam perfeitamente (Marcos, 2013).

Este capítulo apresenta os trabalhos relacionados à temática com os métodos utilizados, por meio de uma revisão sistemática, seguido pelos tipos de cargas no Brasil e as aeronaves utilizadas. Mais à frente, trata dos terminais de cargas com os fluxos operacionais, os conceitos da carga aérea brasileira e explicações a respeito de alguns aeroportos do país. Por fim, os impactos causados no transporte aéreo de cargas no Brasil devido à crise gerada pela pandemia do novo coronavírus (COVID-19).

### 2.1 Capacidade de aeroportos

Nesta seção apresenta-se uma revisão sistemática para definição de pesquisas existentes na base de dados *Scopus*, com o tema capacidade dos aeroportos. O trabalho foi delimitado pelas seguintes etapas:

- 1) Identificação do problema;
- 2) Estabelecimento de palavras-chave;
- 3) Critérios para inclusão/exclusão dos artigos;
- 4) Seleção de artigos;
- 5) Categorização dos trabalhos;
- 6) Definição das informações a serem extraídas dos trabalhos;
- 7) Análise e discussão dos trabalhos;
- 8) Síntese do conhecimento evidenciado nos artigos selecionados.

A identificação do problema se deu por meio de uma pergunta: “Quais são os métodos de dimensionamento do terminal de cargas aéreas? ”. A partir disso, a palavra-chave: terminal de cargas aéreas (*air cargo terminal*) foi estabelecida. Ao restringir o campo

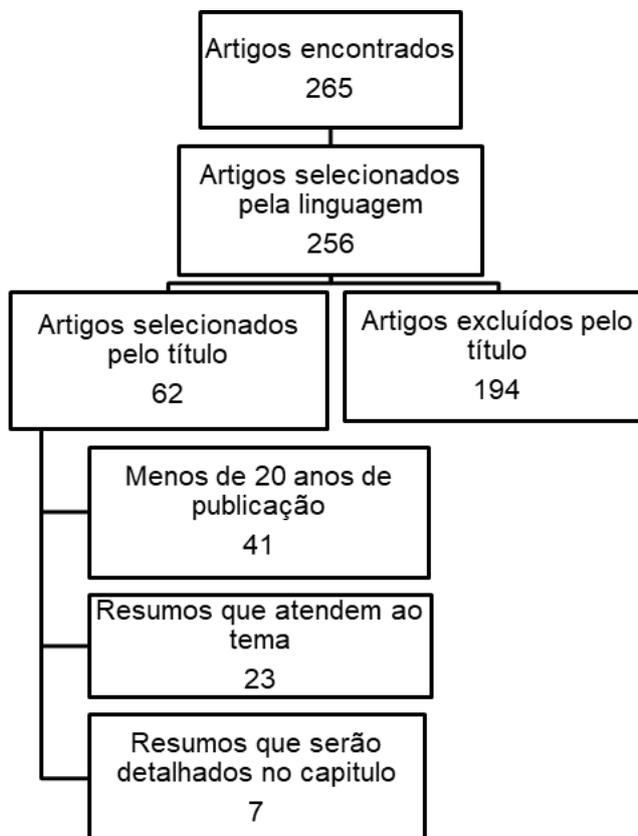
de buscas com outras palavras da temática, os resultados de pesquisa reduziram consideravelmente e não se tornou satisfatório.

A terceira etapa foi a adoção de critérios de inclusão: os trabalhos deviam ter como tema o terminal de carga aérea; as publicações deviam ter no máximo 20 anos e estarem divulgados na língua inglesa ou portuguesa. As publicações que fugiam da temática foram excluídas.

A pesquisa na base de dados foi realizada no mês de junho de 2019, com a imediata seleção dos artigos e organização dos mesmo por ano de publicação. As referências foram copiadas na planilha eletrônica para posterior análise das seguintes informações: título do trabalho, autores, país, idioma, ano de publicação, revista científica, tipo de publicação e método utilizado.

Os principais dados das publicações foram extraídos, para organizar e resumir as informações de modo a obter um banco de dados de fácil acesso. Os dados abrangeram os objetivos, a metodologia, os resultados e as principais conclusões dos estudos. Após realizar os procedimentos descritos, foram selecionados os artigos que atenderam aos critérios e ao tema do trabalho.

Conforme apresentado na Figura 1, foram localizados 265 estudos na plataforma *Scopus*. Desse total, foram rejeitados 9 que não pertenciam à linguagem Inglesa e Portuguesa. Analisando os títulos dos trabalhos, apenas 62 foram selecionados por estarem em concordância com a temática de terminal de cargas aéreas. Na presente revisão sistemática, foram relevantes 41 publicações, que restaram após ativação do filtro por ano de publicação. Publicações com mais de 20 anos foram excluídas do escopo da pesquisa. Portanto, após análise do resumo apresentado nos trabalhos, apenas 23 estudos foram potencialmente relevantes e utilizados na presente pesquisa (detalhados no Apêndice A).

**Figura 1 – Etapas de inclusão e exclusão dos trabalhos pelo Scopus**

**Fonte: Autora (2019).**

Evidenciou-se que na amostra de estudos sintetizados, o predomínio foi de artigos, representando quase 50% do total de estudos amostrados. Quanto à classificação por idiomas, todos os trabalhos selecionados referiam-se à língua inglesa. Nenhum estudo na língua portuguesa foi encontrado na busca da plataforma de dados.

Dentre os trabalhos encontrados na plataforma, alguns se destacaram pela proximidade do assunto e esses serão discutidos no presente trabalho. Portanto, das 23 publicações que foram consideradas dentro do tema, 7 foram selecionadas e serão analisadas e discutidas na seção a seguir.

### 2.1.1 Revisão da Literatura em Capacidade de Terminal de Cargas Aéreas

Um terminal de cargas que apresenta capacidade insuficiente, pode gerar atrasos e atrapalhar o desempenho aeroportuário. Conseqüentemente, a atratividade e a competitividade do aeroporto ficam em risco. Por outro lado, um excesso de capacidade no terminal apesar de aliviar o congestionamento, pode ser dispendioso e desnecessário, gerando custos ao sistema (Sun e Schonfeld, 2017). Ainda em seu estudo, os autores apresentam uma ferramenta computacional para coordenar a expansão de algumas instalações aeroportuárias, considerando as incertezas e atingindo uma capacidade equilibrada de forma a minimizar o impacto ambiental e os custos. Algumas incertezas citadas no trabalho, referem-se ao volume global de níveis de tráfego aéreo, que afetam ainda, os planejamentos anuais, o número total de operações de aeronaves e os volumes de carga. O nível de tráfego pode aumentar rapidamente e criar graves congestionamentos, ou pode abaixar e resultar em instalações subutilizadas.

O crescimento do PIB é um dos fatores que mais afeta a demanda de carga aérea, principalmente quando comparado a fatores como Investimento Estrangeiro Direto (IED), importação e o aumento do trânsito. Outro fator que vem alterando o transporte das cargas aéreas é o crescimento no uso do *Just-in-time* (JIT), pois produtos e peças específicas devem chegar para montagem em horários específicos, causando uma dependência dos serviços de frete aéreo para o gerenciamento eficiente dos estoques, bem como para garantir a disponibilidade do produto para a montagem final (Suryani *et al.*,2012).

No trabalho de Suryani *et al.* (2012), um modelo foi desenvolvido para prever a demanda de carga aérea futura e determinar a capacidade do terminal necessária para acompanhar o crescimento a longo prazo. O modelo utilizado foi o de dinâmica do sistema e empregou-se a demanda de carga aérea do Aeroporto Internacional de Taiwan Taoyuan (TPE). Esse modelo foi generalizado a fim de possibilitar a utilização em outros estudos.

A dinâmica do sistema oferece maior confiabilidade no contexto do problema da previsão da demanda futura pois consegue, dentro de certos limites, lidar com as incertezas. Através desse método é possível modelar e simular questões complexas e fazer a análise dos comportamentos não-lineares ao longo do tempo, a fim de

desenvolver e testar o comportamento do sistema. Outros métodos convencionais que dependem dos dados históricos podem não prever, de forma precisa, os impactos de grandes mudanças no sistema (Suryani *et al.*,2012).

Segundo Tang *et al.* (2010), um dos fatores imprescindíveis para a qualidade do serviço de transportes de cargas aéreas é o tempo de armazenagem da carga. Quanto menor for o tempo que a carga ocupa o solo, maior será a demanda recebida pelo sistema. Ao reduzir o tempo de armazenagem, o processo de movimentação é liberado mais rapidamente, evitando congestionamentos. É importante modelar o processo de movimentação das cargas aéreas para atingir a eficiência do processo logístico e otimizar o sistema.

A parcela de carga transportada pelo modo aéreo está cada vez mais significativa. Com o crescimento do transporte de carga aérea, novas necessidades vão surgir e demandar uma maior utilização da capacidade das instalações aeroportuárias. Além das cargas postais, emergenciais e expressas, o transporte aéreo está sendo utilizado para outros tipos de mercado, como os perecíveis e as entregas *Just-in-time* (Ballis, 2007).

As atividades logísticas do terminal de cargas estão sendo estudadas internacionalmente, no campo acadêmico e comercial, através de modelos de simulação. A simulação pode ser utilizada para encontrar gargalos, além de analisar e comparar estratégias de atribuição de recursos. Além de auxiliar na decisão de viabilidade de um projeto, o modelo de simulação auxilia na escolha de uma alternativa (Ou *et al.*, 2007)

Han *et al.* (2006) realizou um estudo para melhorar o processo de movimentação e o desempenho dos serviços de transporte de mercadorias aéreas em termos de velocidade de movimentação de carga, qualidade do serviço e custo da movimentação de cargas no aeroporto. Segundo Han *et al.* (2006), se as operações internas de um terminal aeroportuário são ineficientes ou ineficazes, esses fatores podem contribuir para um atraso nos voos e aumentar o custo do sistema. Este fato, revela a importância dos procedimentos operacionais e desempenhos adequados nos aeroportos.

Com o crescimento das operações em terminais de cargas aéreas, os terminais de cargas enfrentam desafios para racionalizar suas operações e minimizar os tempos de processamento de carga. Os terminais de cargas aéreas possuem diversos meios

de armazenamento de cargas e vários equipamentos para manuseá-las. Devido à natureza complexa e estocástica das operações dos terminais, estudos de modelos de simulação são desenvolvidos para analisar as operações dos terminais de cargas (Lee *et al.*, 2006).

## **2.2 Tipos de cargas aéreas**

De acordo com a classificação utilizada pela Infraero, as cargas podem ser caracterizadas em:

- Carga Normal

São representadas pelos lotes que não possuem particularidades de fratura e tratamento ou manuseio e armazenamento específicos. Em alguns aeroportos, esses tipos de carga são direcionados a setores separados por cores, de acordo com o peso.

- Carga perecível

Nesta classe estão presentes os produtos que possuem limitação pelo tempo, sujeitos à deterioração ou inutilidade. Normalmente essas cargas são direcionadas para as câmaras frigoríficas.

- Carga de urgência

Cargas geralmente da área da saúde relacionadas à manutenção ou salvamento de vidas humanas. Exemplos de cargas de urgência: soros, vacinas e plasma sanguíneo.

- Carga de alto valor

Cargas com alto valor monetário, que normalmente são armazenadas em cofres. Barras de ouro, pedras preciosas, aparelhos celulares, componentes eletrônicos, são exemplos desse tipo de carga.

- Cargas vivas

Cargas compostas por animais vivos e que normalmente necessitam de funcionários trabalhando 24 horas por dia nos terminais.

- Cargas restritas

Compreende artigos sob restrições impostas pelas autoridades governamentais, que exigem tratamento e fiscalização específicos.

- Cargas perigosas

Normalmente essas cargas são armazenadas na parte externa do terminal e necessitam de atenções especiais no manuseio. Composta por: explosivos, gases, líquidos inflamáveis, material radioativo, capazes de gerar riscos à saúde, segurança ou propriedades.

### **2.3 Aeronaves**

No setor de carga aérea existem três tipos de configurações de aeronaves:

- Combi: aeronaves que dividem o espaço interno entre cargas e passageiros, transportando as cargas nos porões e na fuselagem (Mendes *et al.*, 2012).
- Porões: A carga é transportada apenas nos porões.
- Cargueiros: Atendem apenas ao mercado de cargas, por isso é preparada para atender diversos tamanhos e categorias de carga.

As aeronaves do tipo cargueira podem sofrer falta de balanceamento nos fluxos de carga entre os destinos. Com isso, a ociosidade dos porões das aeronaves de passageiros e a maior frequência de voos para diferentes destinos, tornou essa alternativa de transporte mais viável (Oliveira, 2007).

### **2.4 Operação do terminal de cargas aéreas**

A rápida transferência de uma mercadoria da origem para o destino é possibilitada pelo terminal de cargas aéreas que possui um papel estratégico na logística global. Para compreender a importância do Terminal de Cargas no sistema logístico é

importante definir o seu papel, bem como entender as particularidades dos fluxos de carga (Mendes *et al.*, 2012).

O terminal de carga aérea é a infraestrutura onde a carga é preparada para o transporte aéreo ou para o recebimento pelo seu representante. As atividades do Terminal de Carga Aérea consistem em: recebimento, conversão, classificação, armazenamento, despacho e documentação de carga (Meneses, 2001). A seguir, os fluxos de entrada e saída das cargas serão apresentados.

A infraestrutura do terminal conta com instalações para receber diferentes tipos de cargas, por exemplo: câmaras frigoríficas, instalações para cargas vivas, cofres e locais para materiais radioativos, raio-X, balanças, empilhadeiras, empacotadora (Freitas, 2016).

Os principais atores envolvidos no sistema logístico do terminal de cargas, obtidos com base em informações da Infraero, são (Oliveira, 2011):

- Importador: Responsável para onde a carga é destinada;
- Exportador: Responsável de onde a carga é originada;
- Agente de carga: Responsável contratado para fazer a gestão do transporte de cargas e a respectiva documentação;
- Transportadora: empresa contratada pelo agente de cargas para realizar o transporte terrestre da carga;
- Aeroporto: Realiza o controle aduaneiro e o armazenamento da carga, bem como a proteção das cargas e das instalações físicas durante a importação e a exportação.
- Companhia aérea: empresa contratada pelo agente de carga para realizar o transporte aéreo entre os aeroportos.

Nos aeroportos a área destinada à importação é segregada da área de exportação. Portanto os fluxos que ocorrem no processo logístico são distintos e independentes, e serão apresentados nas sessões a seguir.

### 2.4.1 Processo de importação:

As companhias aéreas precisam saber a quantidade de equipamentos aeronáuticos, peso total do voo e cargas especiais, antes da chegada das cargas, para que o serviço seja satisfatório.

A Infraero recebe, controla, armazena e realiza a conferência aduaneira pela Receita Federal do Brasil antes da entrega da mercadoria para o responsável.

Após isso, as cargas passam pelo serviço de rampa, onde acontece a transição de cargas do modo aéreo para o terrestre, através dos equipamentos aeronáuticos. O ponto zero é considerado o primeiro contato da carga com o terminal de cargas, no solo. As cargas perecíveis e especiais possuem prioridade de tratamento.

As cargas são alocadas conforme as características inseridas no sistema de volumes, peso, embalagem, natureza e tratamento. O processo de “atracação” compreende na comparação das informações prestadas no sistema Tecaplan e a carga que efetivamente chega ao terminal. Na conferência das cargas são registradas avarias como: diferença de peso, laque violado, vazamento, entre outros.

Após a etapa de atracação, a carga é destinada aos setores de armazenagem de acordo com a característica das cargas. O importador ou seu representante legal deve registrar um documento liberatório para iniciar o processo de liberação das cargas de importação. Após esse registro, os documentos são analisados pela Receita Federal do Brasil. Com o desembarque da carga nacionalizada no aeroporto e a correta entrega de documentação por parte do importador, a carga é tirada do setor de armazenagem e entregue ao responsável.

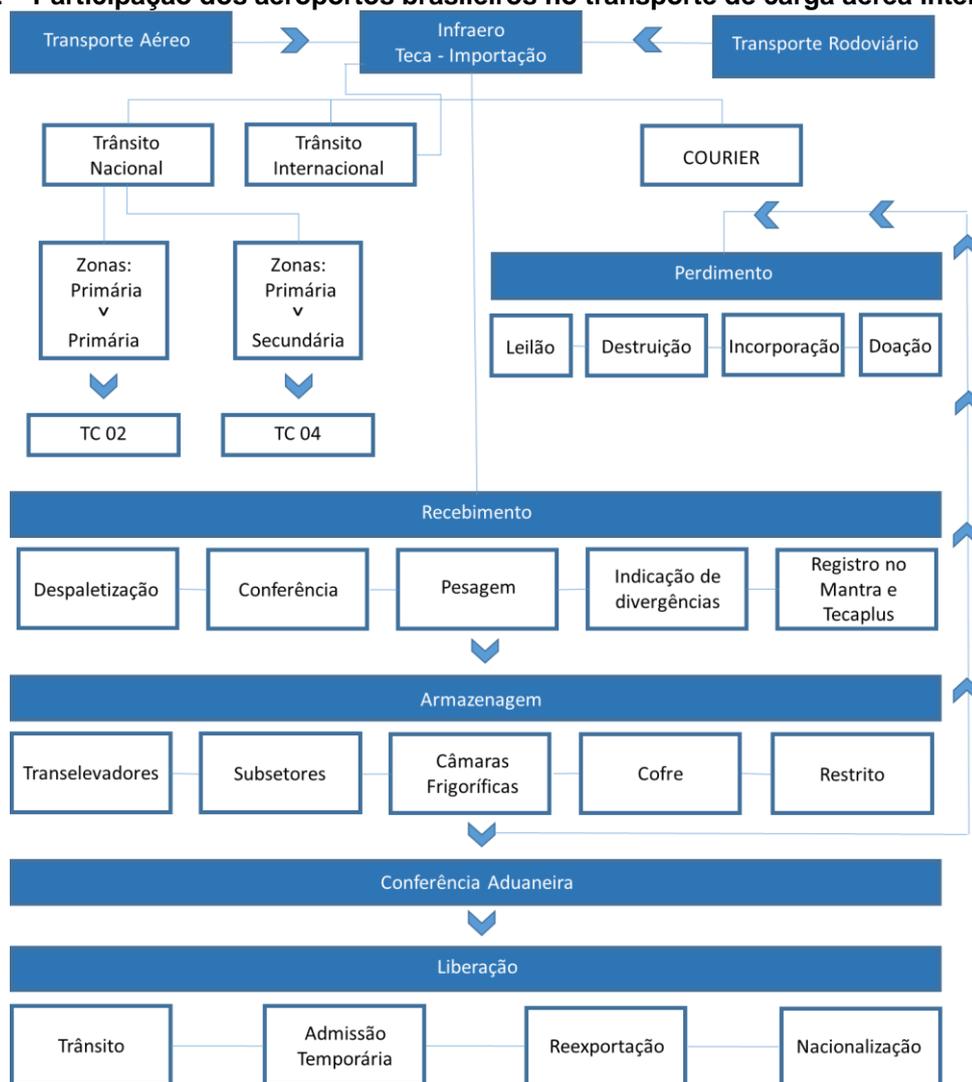
Caso a carga não cumpra os prazos de legalização ou haja problemas com a documentação liberatória, esta é considerada “em perdimento” e pode sofrer determinadas medidas impostas pela Receita Federal do Brasil.

A Figura 2 mostra o fluxograma de Importação das cargas aéreas nos aeroportos brasileiros. As etapas sintetizadas, de acordo com o Guia Infraero Cargo (2012), são:

- Preparação para a chegada da aeronave;
- Chegada da aeronave;
- Desconsolidação;

- Recepção do Manifesto de Carga pela Alfândega;
- Serviço de rampa (*handling*);
- Ponto zero;
- Despaletização;
- Recebimento de cargas;
- Aval;
- Visar;
- Armazenagem de cargas;
- Pré-vistoria;
- Vistoria aduaneira;
- Licença de Importação – LI;
- Liberação de cargas;
- Parametrização nacional;
- Entrega de carga nacionalizada no aeroporto;
- Perdimento;

**Figura 2 – Participação dos aeroportos brasileiros no transporte de carga aérea internacional.**



Fonte: Guia Infraero Cargo (2012).

#### 2.4.2 Processo de Exportação

O fluxograma representado na Figura 3, ilustra o processo de exportação das cargas aéreas nos aeroportos brasileiros. O transportador aéreo é contratado pelo exportador antes de direcionar a carga para o terminal de cargas. Com a apresentação da documentação necessária, a Infraero inicia a verificação da carga de acordo com suas características. As cargas perigosas, vivas e perecíveis são recebidas apenas depois da confirmação do embarque.

Após verificação da carga no local e da documentação, é feito o cadastramento no sistema Tecaplus. O exportador deve iniciar os procedimentos para a liberação da carga junto à Receita Federal do Brasil.

A carga é então direcionada para o armazenamento, seguindo os critérios de peso, cubagem, tipo de embalagem e natureza da carga, e assim fica no Terminal até que ocorra o pedido de “puxe” (solicitação de desarmazenamento de carga).

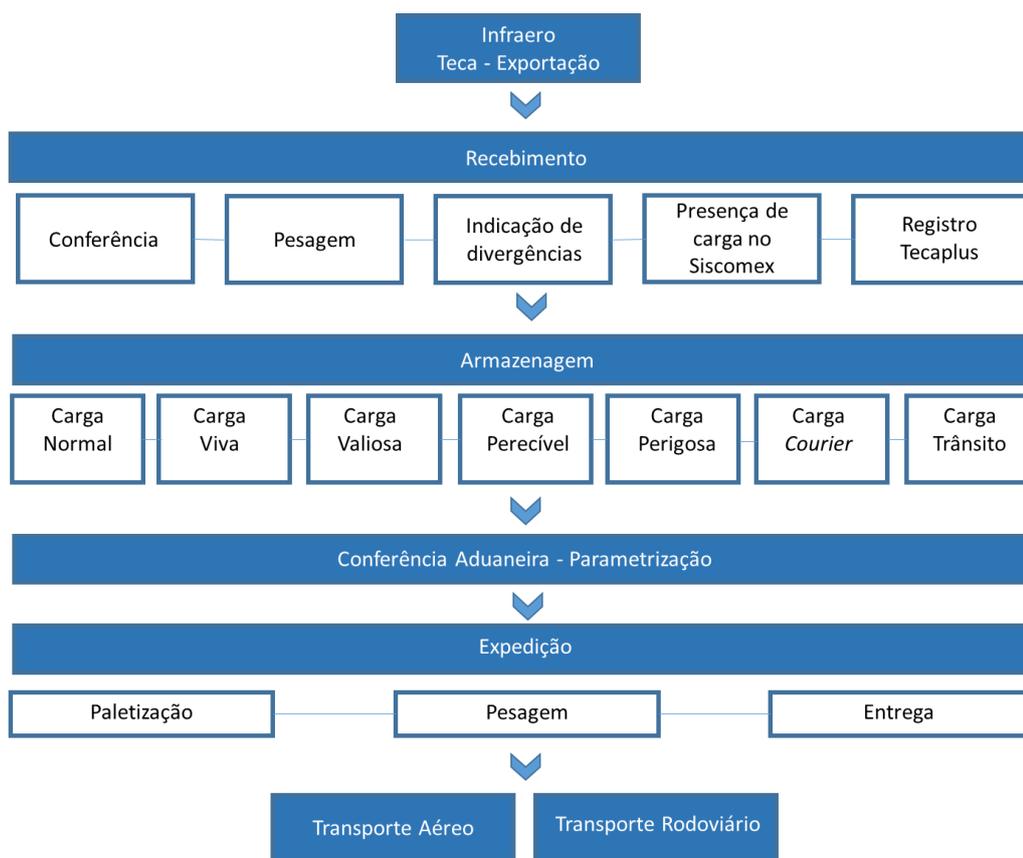
A documentação deve ser entregue pelo transportador para que haja liberação da carga para a companhia aérea ou transportador rodoviário. A Infraero, ou companhia aérea ou ainda as empresas contratadas devem pesar os equipamentos antes do embarque, para que não ocorra o desbalanceamento da aeronave de forma a impactar na segurança do voo.

As cargas são movimentadas por meio dos equipamentos aeronáuticos, através dos serviços de rampa, dos terminais para a pista e em sequência para as aeronaves.

As etapas sintetizadas, de acordo com o Guia Infraero Cargo (2012), são:

- Preparação da documentação;
- Recebimento de carga;
- Recebimento de cargas perecíveis, vivas e perigosas;
- Presença de carga;
- Armazenagem da carga;
- Parametrização;
- Expedição;
- Acondicionamento em equipamentos aeronáuticos – paletização;
- Serviço de rampa (*handling*);
- Confirmação de embarque.

**Figura 3 – Fluxo de Exportação**



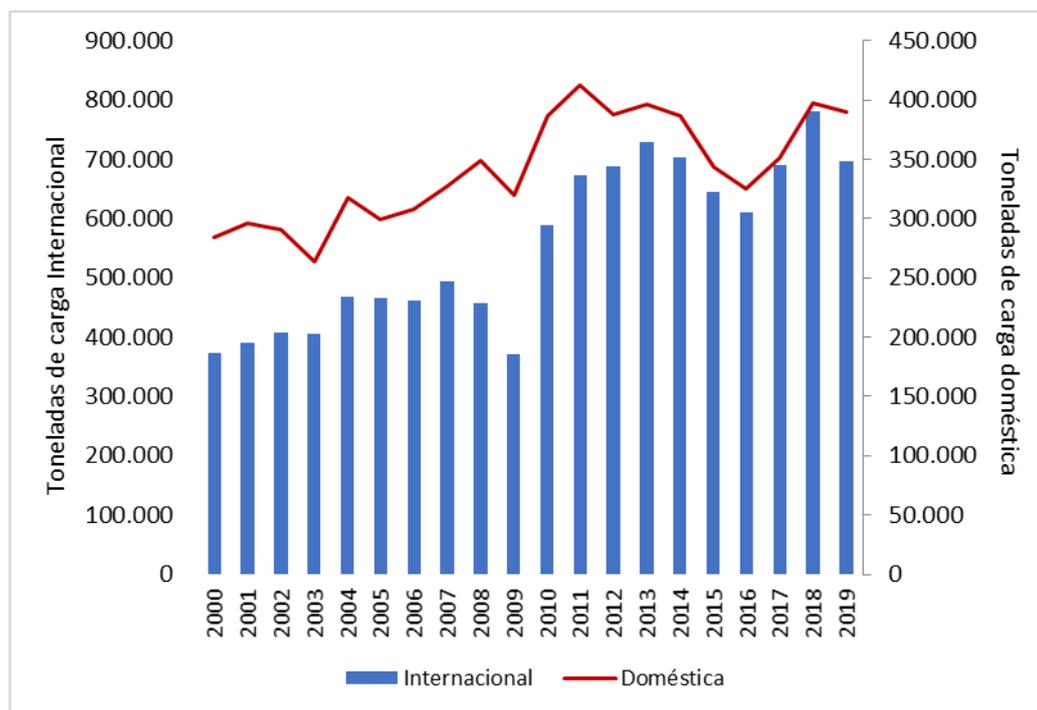
Fonte: Guia Cargo Infraero (2012).

## 2.5 Carga aérea no Brasil

O termo “carga aérea” é utilizado para denotar o conjunto de bens transportados através do modo aéreo, que geram receitas e que não sejam passageiros e bagagens. Alguns trabalhos excluem ainda, os bens transportados dentro de malas postais (Magalhães, 1998).

O modo aéreo para transporte de cargas, vem crescendo nas últimas décadas, como pode ser visto no Gráfico 1. Porém, no Brasil, ainda se encontra uma concentração dos transportes de cargas no modo Rodoviário.

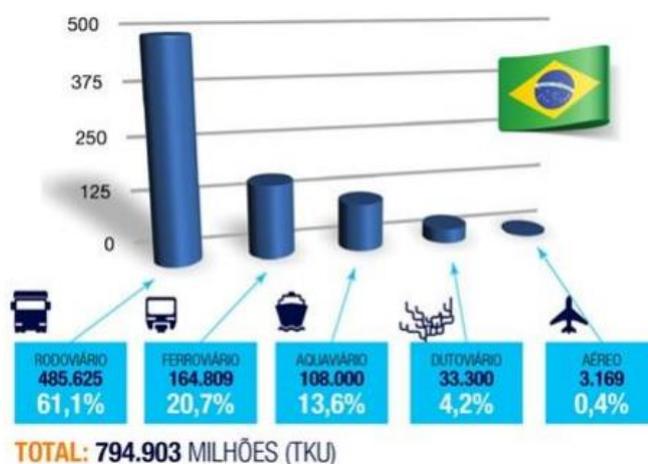
Gráfico 1 – Cargas pagas movimentadas ao longo dos anos.



Fonte: ANAC (2020).

A matriz de transporte de cargas brasileira é apresentada na Figura 4 e mostra que o transporte rodoviário apresenta uma participação de 61,1% das cargas, o ferroviário (20,7%), aquaviário (13,6%), dutoviário (4,2%) e aéreo com apenas 0,4% da composição (CNT, 2013).

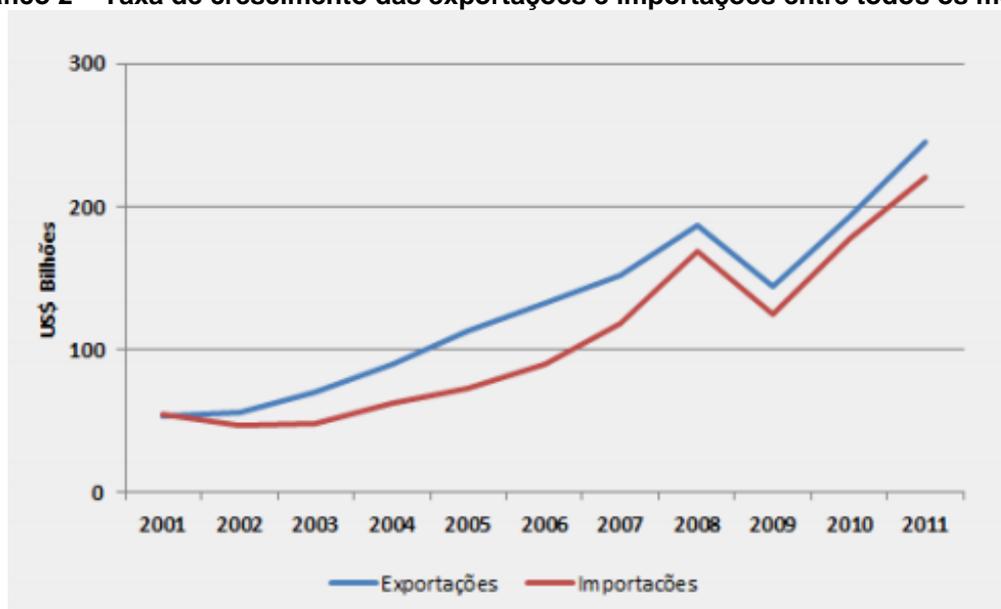
Figura 4 – Composição da matriz de transporte de carga no Brasil em 2013.



Fonte: CNT (2013).

No entanto, os negócios na área logística de carga pelo modo aéreo tornam-se atraentes, em termos monetários da carga transportada ao comércio exterior (Oliveira, 2007). A partir do Gráfico 2, nota-se que as exportações entre todos os modos de transporte alcançaram 245 bilhões em 2011 e no período 2001 - 2011 cresceram a uma taxa média anual de 16,5%. Enquanto as importações registraram um valor monetário de 221 bilhões em 2011 e um crescimento médio anual de 24,6%, no mesmo período das exportações (ANAC, 2013).

**Gráfico 2 – Taxa de crescimento das exportações e importações entre todos os modos.**



Fonte: ANAC (2013) *apud* MDIC (2011).

Segundo ANAC (2013), considerando o comércio exterior brasileiro, o modo marítimo se destaca no escoamento dos produtos transacionados, com 80,3% de participação. Em segundo lugar, tem-se a participação do modo aéreo (10,5%), seguido pelo rodoviário (5,7%).

As exportações pelo modo aéreo (em termos monetários) eram destinadas principalmente aos EUA (principal comprador) com 16,6% da participação, seguido pelo Reino Unido (12,3%) e Alemanha (8,1%). No caso das importações, a primeira posição referia-se também aos Estados Unidos da América (EUA), representando 23,8%, China (16%) e Alemanha (9,6%) (ANAC, 2013).

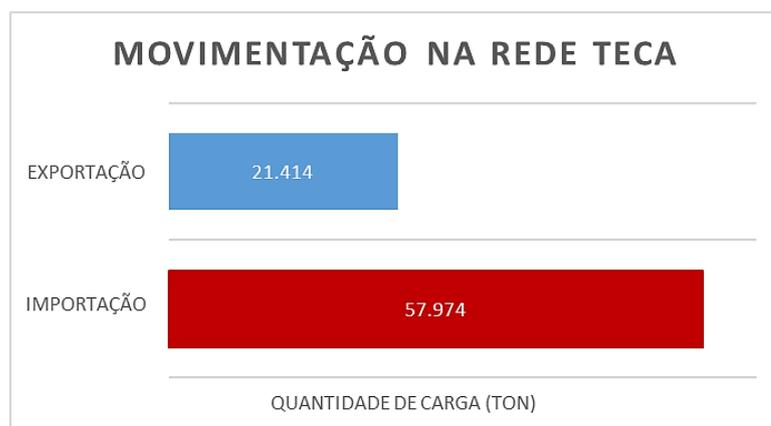
## 2.6 Aeroportos Brasileiros

A Infraero é uma empresa pública nacional constituída nos termos da Lei nº 5862, de 12 de dezembro de 1972, e suas atividades, iniciaram-se em 31 de maio de 1973, tendo como objeto social a implantação, administração operação e exploração da infraestrutura aeroportuária (BRASIL, 1972). A ANAC foi instituída em 2005, a partir da Lei nº 11.182, e possui a função de regular e fiscalizar as atividades de aviação civil e a infraestrutura aeroportuária e aeronáutica no Brasil (BRASIL, 2005).

Dentre os aeroportos que faziam parte da rede da Infraero, 10 deles foram concedidos à iniciativa privada pelo Governo Federal. As concessões iniciaram-se em 2011, com o Aeroporto de São Gonçalo do Amarante, em Natal (RN). Em 2012 os aeroportos de Brasília-DF (BSB); Guarulhos-SP (GRU) e Campinas-SP (VCP) foram licitados. Em 2013 os aeroportos de Confins-MG (CNF) e Galeão-RJ (GIG). E em 2017, Fortaleza - CE (FOR), Salvador - BA (SSA), Florianópolis - SC (FLN) e Porto Alegre - RS (POA) Todos os aeroportos citados, exceto o Aeroporto Internacional de Natal, têm a participação acionária da Infraero nos consórcios, com cerca de 49% do controle (Lemos, 2019). Atualmente, além de administrar 55 aeroportos, a Infraero possui em sua estrutura uma rede de 19 Terminais de Carga, espalhados no Brasil (Infraero, 2019).

Com relação à movimentação de carga na Rede TECA, cerca de 70% das cargas são destinadas à importação como mostra o Gráfico 3. No ano de 2019, cerca de 57 mil toneladas de cargas foram destinadas à importação e aproximadamente 21 mil toneladas destinadas à exportação.

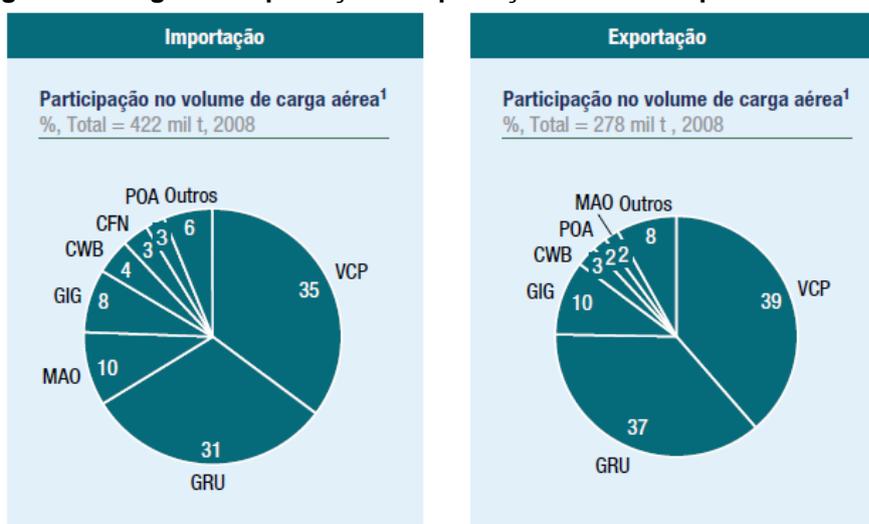
Gráfico 3 – Movimentação de Cargas por Modalidade



Fonte: Infraero (2019).

No processamento de cargas, no Brasil, os aeroportos de Guarulhos e Campinas se sobressaíam, justificado, em partes, pela localização geográfica, próxima a centros urbanos que geram grande parte do Produto Interno Bruto do País. Juntos, os aeroportos do estado de São Paulo eram responsáveis, em 2010, por cerca de 70% do volume de carga de exportação brasileira movimentada (Figura 5). No que diz respeito ao transporte de carga, o volume processado sofreu uma variação negativa em alguns aeroportos nos anos de 2007-2009, principalmente devido à crise econômica mundial, como pode ser visto na Tabela 1 (McKinsey & Company, 2010).

Figura 5 - Carga em importação e exportação em 20 aeroportos do Brasil.



Fonte: McKinsey & Company (2010).

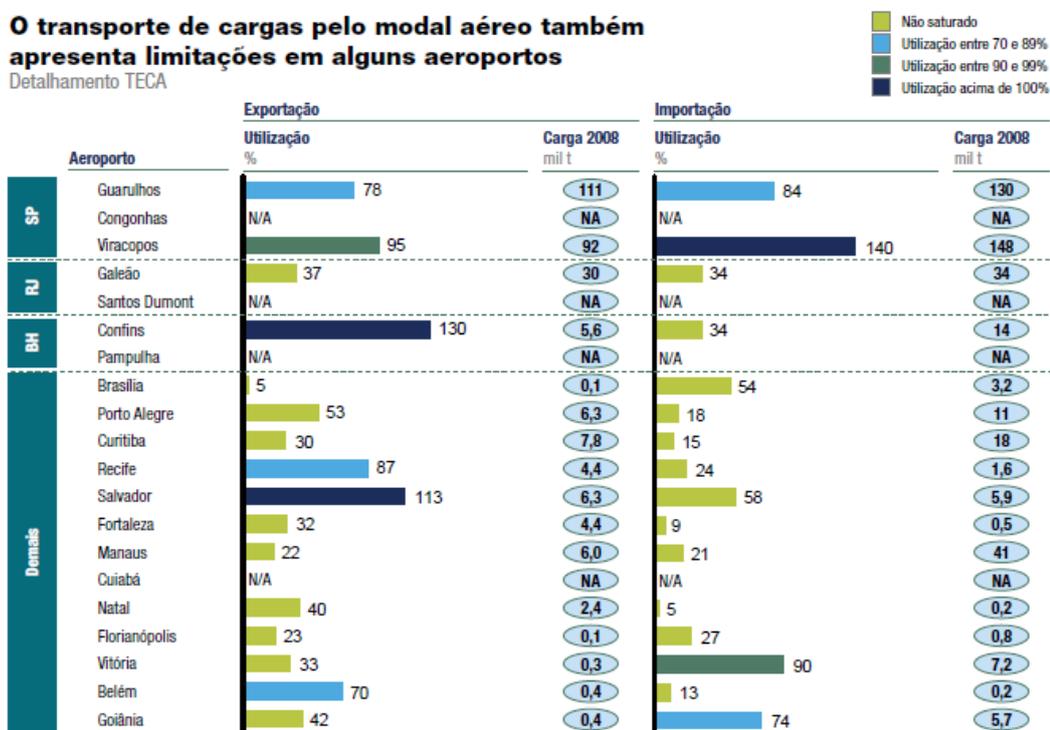
Tabela 1 - Evolução da demanda nos anos 2007-2009.

	Aeroporto	Carga aérea		
		milhões kg, 2009		
		2009	2008	2007
SP	Guarulhos	337,6	425,9	424,2
	Congonhas	29,3	32,5	34,9
	Viracopos	189,7	233,7	238
RJ	Galeão	80	83	81,3
	Santos Dumont	3,5	2,5	2,7
BH	Confins	15,4	19,7	16,4
	Pampulha	0	0	0,02
Demais	Brasília	41	46	50,1
	Salvador	36,9	24,3	41,5
	Porto Alegre	21,8	25,1	31,3
	Recife	40,4	51,6	55,1
	Curitiba	23,3	25,7	23,7
	Fortaleza	37,7	35,4	35,3
	Manaus	134,2	131,5	166,4
	Vitória	7,7	11,9	12,6
	Belém	22,1	25,8	20,5
	Florianópolis	5,6	5	12,7
	Natal	8,8	8,7	9,3
	Goiânia	6,3	6,2	5,5
Cuiabá	1,7	4,7	3,4	

Fonte: McKinsey & Company (2010).

De acordo com o Relatório Consolidado da McKinsey & Company (2010), os terminais de carga de exportação nos aeroportos de Guarulhos, Viracopos, Confins e Salvador já operavam no limite, próximo ao limite ou acima da capacidade estimada. Enquanto, em 2010, para a importação, os aeroportos de Guarulhos, Viracopos e Vitória estavam restritos e o aeroporto de Campinas apresentava utilização acima da capacidade (Figura 6).

Figura 6 - Nível de utilização dos terminais de carga do Brasil



Fonte: McKinsey & Company (2010).

Segundos dados da Infraero (2019), registrados na Tabela 2, inserida a seguir, dentre os aeroportos administrados pela Infraero, destacam-se o Aeroporto Internacional de Manaus com 31,8%, Aeroporto Internacional de Curitiba com 22,1 % e Aeroporto Internacional de Recife com 15,9%. Sendo responsáveis por aproximadamente 70% do total de cargas movimentadas no país.

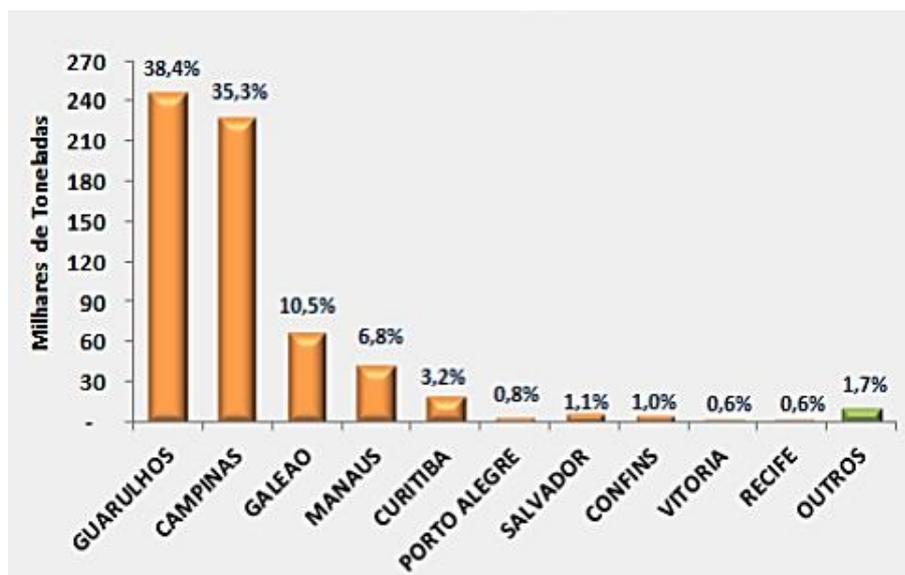
**Tabela 2 – Participação dos aeroportos brasileiros administrados pela Infraero no transporte de carga aérea internacional (em toneladas).**

TECAS	Dependência	Importação	Exportação	Total	Participação
SBEG	Manaus-AM	23.787,2	1.496,8	25.284,1	31,8%
SBCT	Curitiba-PR	11.484,5	6.041,0	17.525,4	22,1%
SBRF	Recife-PE	3.779,7	8.859,8	12.639,5	15,9%
SBNF	Navegantes-SC	4.840,5	5,7	4.846,2	6,1%
SBGO	Goiânia-GO	3.241,7	53,9	3.295,6	4,2%
SBVT	Vitória-ES	2.943,1	54,1	2.997,3	3,8%
SBPL	Petrolina-PE	14,3	2.682,0	2.696,3	3,4%
SBJV	Joinville-SC	2.531,9	5,7	2.537,5	3,2%
SBSJ	São José dos Campos-SP	790,2	828,8	1.619,1	2,0%
SBCG	Campo Grande-MS	1.560,9	15,8	1.576,7	2,0%
SBBV	Boa Vista-RR	1.531,0	0,0	1.531,0	1,9%
SBBE	Belém-PA	332,8	1.030,6	1.363,4	1,7%
SBFI	Foz do Iguaçu-PR	364,0	337,0	701,0	0,9%
SBLO	Londrina-PR	552,6	0,3	553,0	0,7%
SBCY	Cuiabá-MT	106,0	0,3	106,3	0,1%
SBSL	São Luís - MA	82,5	1,6	84,0	0,1%
SBJP	João Pessoa-PB	19,5	0,2	19,8	0,0%
SBMQ	Macapá-AP	7,0	0,0	7,0	0,0%
SBTE	Teresina-PI	4,4	0,0	4,4	0,0%
<b>Valor Total</b>		<b>57.973,8</b>	<b>21.413,6</b>	<b>79.387,6</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Infraero (2019).

De acordo com o Gráfico 4, no Brasil, os quatro principais aeroportos no ano de 2012, responsáveis pelo transporte de carga aérea internacional eram: Guarulhos, com cerca de 38,4% do total, seguido por Campinas (35,3%), Galeão (10,5%) e Manaus (6,8%). Esses aeroportos eram responsáveis por 91% da carga aérea internacional transportada com origem e destino no Brasil. O Aeroporto Internacional de Confins, era responsável por 1,0% (ANAC, 2013).

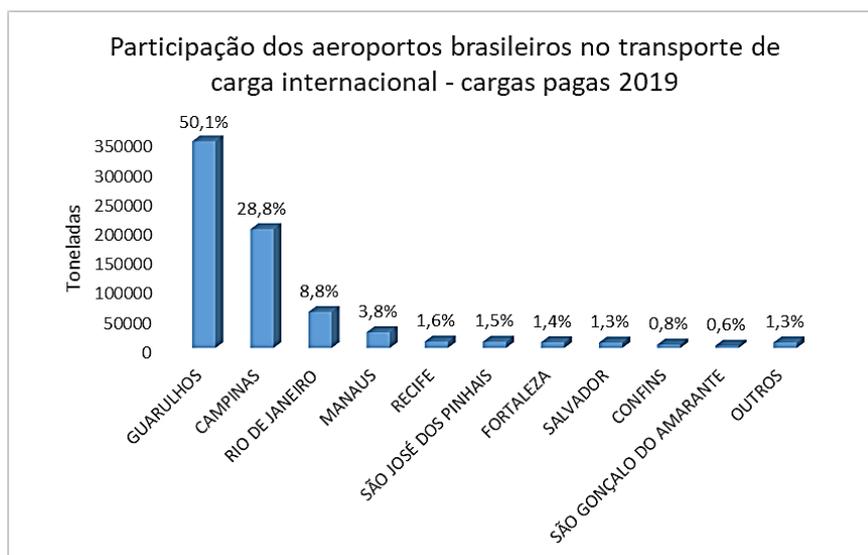
**Gráfico 4 – Participação dos aeroportos brasileiros no transporte de carga aérea internacional.**



Fonte: ANAC (2013).

Em 2019, os aeroportos de Guarulhos, Campinas, Galeão e Manaus continuaram com expressiva participação no transporte de carga aérea, com cerca de 91,5% de atuação no transporte com origem e destino no Brasil, como pode ser visto no Gráfico 5, considerando apenas as cargas pagas. O aeroporto de Guarulhos aumentou em 11,7% suas atividades em relação ao ano de 2012, o que pode ser explicado pela frequência de novos voos cargueiros regulares procedentes da Europa, Estados Unidos e Ásia. Além disso, o aeroporto investiu em infraestrutura nos últimos anos, já conseguindo um acréscimo de 18% na capacidade de armazenagem. Também houveram investimentos na automação do processo, reduzindo o tempo de armazenagem das cargas, além de receber documentos de liberação de carga, de forma eletrônica, o que tornou os serviços mais ágeis (Guarulhos Hoje, 2019).

Essa evolução na participação do transporte de cargas é resultado de diversos fatores que tornam o Teca GRU como um dos mais importantes terminais do país. São mais de 720 voos diários, operados por 40 empresas aéreas nacionais e internacionais, para 99 aeroportos. Guarulhos possui o maior terminal em termos de malha aérea na América Latina e maior capacidade para cargas nos voos internacionais, interligando 34 países (Guarulhos Hoje, 2019).

**Gráfico 5 – Aeroportos brasileiros no transporte de carga internacional em 2019.**

Fonte: ANAC (2020).

Devido a expressividade da participação dos Aeroportos de Guarulhos e Campinas no transporte de carga aérea no Brasil e por juntos, serem responsáveis por mais da metade do volume de movimentação de cargas exportadas no país, esses aeroportos serão detalhados nas próximas subseções. E, na sequência, serão detalhadas algumas características do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte que é o escopo desse estudo.

### 2.6.1 Aeroporto de Guarulhos

O terminal de cargas do Aeroporto Internacional de São Paulo, em Guarulhos – TECA GRU fica localizado a 20 km de São Paulo, na cidade com significativo parque industrial e localização privilegiada, conectado por rodovias e garantindo eficiência e rapidez no transporte de carga. O TECA GRU é o maior complexo logístico aeroportuário do Brasil, facilitando a integração com cerca de 34 países e com todas as capitais do país. O terminal de cargas conta com uma área de 99.000 m<sup>2</sup> e é responsável pela movimentação de diversos tipos de produtos, como: eletrônicos, farmacêuticos, têxtil, perecíveis e acessórios automotivos (GRUAirport Cargo, 2020).

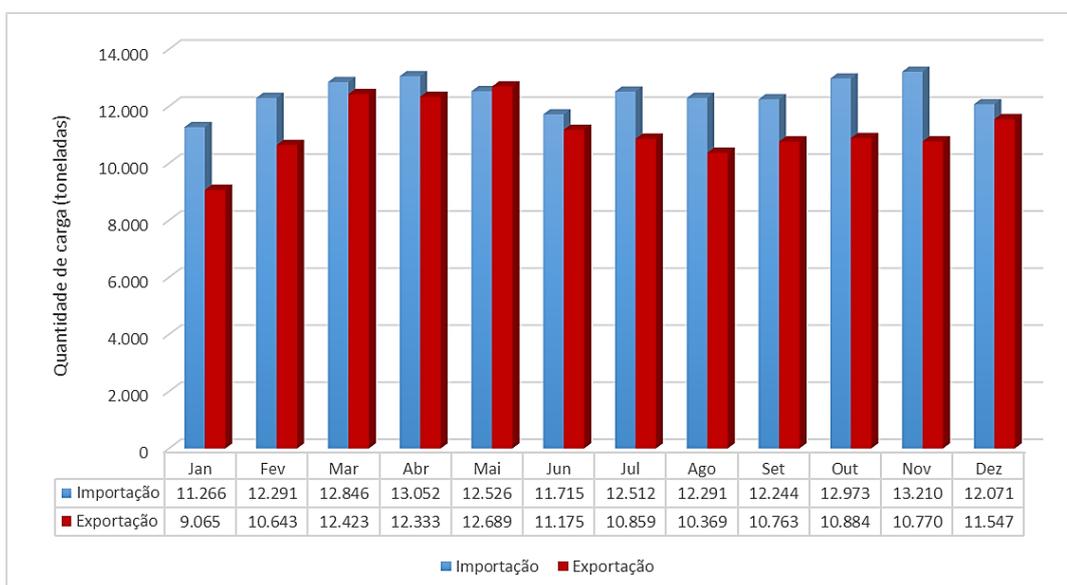
A capacidade atual de armazenagem no terminal de cargas do Aeroporto Internacional de São Paulo é distribuída por:

- Armazém de importação:
  - Composta por 63.000 m<sup>2</sup> de área.
  - Possui transelevadores: verticalização de 17.000 posições de armazenagem, com controle automatizado para movimentação de carga.
  - 14 câmaras frigoríficas para produtos perecíveis: 24.000 m<sup>3</sup>.
  - 3 câmaras frigoríficas com temperatura entre -18°C e 0°C.
  - 12 câmaras frigoríficas com temperatura entre 2°C e 8°C.
  - 3 câmaras frigoríficas com temperatura entre 9°C e 15°C.
  - 3 câmaras frigoríficas com temperatura entre 16°C e 22°C.
- Armazém de exportação
  - Composta por 23.000 m<sup>2</sup> de área.
  - 24 Linhas de rack para paletização.
  - 1 câmara frigorífica com 1.600 m<sup>3</sup>, com temperatura de 16°C a 22°C.
- Armazém de carga restrita
  - Área de 1.584 m<sup>2</sup> para as cargas restritas do processo de importação.
  - Área de 450 m<sup>2</sup> para as cargas restritas do processo de exportação.
  - 3 câmaras frigoríficas para produtos perecíveis: 685 m<sup>3</sup>, sendo uma com temperatura entre -18°C e 0°C e duas com temperatura entre 2°C e 8°C.
- Armazém de carga courier
  - Área de 3.800 m<sup>2</sup> para triagem de cargas e encomendas courier internacionais.
  - 2 câmaras frigoríficas para produtos perecíveis: 33 m<sup>3</sup>, sendo uma câmara com temperatura entre -18°C e 0°C e outra com temperatura entre 2°C e 8°C.
- Armazém de carga nacional
  - Área de 43.000 m<sup>2</sup> para recepção, embarque, triagem, embarque e desembarque da carga nacional.

A maioria das cargas no TECA GRU são armazenadas nos transelevadores, que são elevadores verticais controlados por sistemas computadorizados, que permitem a movimentação das cargas sem processo manual. Alguns investimentos estão sendo planejados para o terminal de cargas, entre eles: duplicação da quantidade de saídas de cargas dos transelevadores (9 saídas na liberação local e uma no trânsito aduaneiro), gerando um aumento na capacidade e na velocidade de movimentação; instalação de novos aparelhos de Raio-X; implantação de um novo sistema operacional.

O Gráfico 6 ilustra a quantidade de carga movimentada no terminal de Guarulhos, tanto para exportação quanto para importação no ano de 2019. Os meses com maior movimentação de peso recebido foram abril e novembro e com menor movimentação foram janeiro e junho. Enquanto para Exportação, a maior movimentação ocorreu no mês de maio.

**Gráfico 6 – Peso movimentado pelo Terminal de Guarulhos em 2019**



**Fonte: GRU (2020).**

## 2.6.2 Aeroporto de Campinas

Em fevereiro de 2012, o Consórcio Aeroportos Brasil passou a administrar o Aeroporto Internacional de Viracopos, direito concedido através do leilão realizado pelo governo

federal e com prazo de 30 anos. A concessionária Aeroportos Brasil Viracopos é composta pelas empresas TPI – Triunfo Participações e Investimentos, UTC Participações e a empresa francesa *Egis Airport Operation* e pela Infraero.

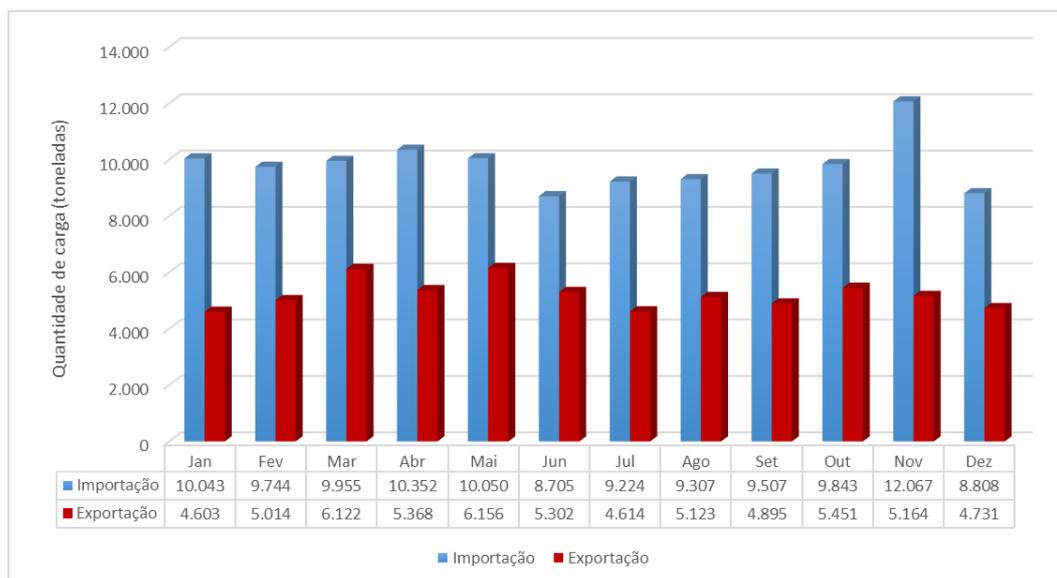
O terminal de carga de Viracopos é o maior do país em valor FOB (Free on Board) de carga importada, que se refere a uma modalidade de frete no qual a responsabilidade do vendedor termina com a carga despachada, correspondendo a cerca de 37% do valor dos processamentos aéreos de importação do país. O TECA é responsável ainda, por movimentar aproximadamente 33% de toda carga aérea importada no país por toneladas. Viracopos foi reconhecido e eleito, no *Air Cargo Excellence Awards* 2018, como o melhor aeroporto de carga do mundo na categoria até 400 mil toneladas/ano. A premiação foi concebida pela *Air Cargo World*, uma das principais publicações do setor.

O terminal de cargas conta com uma área de 84.000 m<sup>2</sup> e possui um guindaste fixo com capacidade de movimentação de cargas de até 30 toneladas. A infraestrutura atual no terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Viracopos é dada por:

- Sistema de Transelevadores
  - Padrão verde (cargas até 1.000kg): Todo o armazém verticalizado está dividido em dez corredores, cada corredor possui um transelevador (robô) com sistema de gerenciamento integrado para realizar a movimentação automática das cargas. Esse sistema automatizado possui capacidade total de 10.544 posições para armazenamento (distribuídos nos 10 corredores) e desempenho estimado de 25 processos de entrada e saída por hora.
  - Padrão azul (cargas até 30kg): O transelevador ocupa uma área de cerca de 7.000 m<sup>2</sup> e é composto por dois portais de entrada, transportador de entrada, transportador de saída, berço de entrada, berço de saída, ponto de entrega, mesa giratória, mesa elevatória e elevador. A capacidade do transelevador azul é de cerca de 8.080 posições.
- Câmara Fria
  - 21.000 m<sup>3</sup>/ 2.640 posições em prateleiras de armazenagem com temperatura controlada.
  - Câmaras com temperaturas entre -18°C a 22°C.

- Sistema de armazenagem rastreável através de WMS.
- Portas rápidas e automatizadas.
- Monitoramento e relatórios de temperatura e umidade.
- Carga Vivas
  - Terminal de carga exclusivo para atendimento a carga viva.
  - Área coberta de 2.440m<sup>2</sup>.
  - Área útil de 3.680 m<sup>2</sup> (área coberta e descoberta).
  - Instalações de apoio para tratadores e veterinários.
  - Presença do Ibama e Mapa no terminal de cargas, garantindo liberação rápida.
  - Operações customizadas e atendimento especial.
- Operações especiais
  - Terminal escolhido para embarque e desembarque de equipamentos de grandes eventos, como: fórmula 1, shows e cargas de grandes dimensões.
  - Guindaste fixo com capacidade de 30t.
  - Empilhadeiras com capacidade de 18t.
  - Áreas de armazenagem reservada para carga *oversize*.
  - Equipe experiente.
- Cargas restritas
  - O recebimento de cargas restritas na exportação, como: explosivos, líquidos inflamáveis, produtos tóxicos, materiais radioativos, entre outros; é executado com base no *check-list* de aceitação de carga.
  - Conformidade total com a RBAC-175 e IATA *Dangerous Goods Regulation*.
  - Equipe 100% treinada em DGR.
  - Capacidade para movimentação de todas as classes de cargas perigosas.

O Gráfico 7 mostra que, no Terminal de Cargas do Aeroporto de Viracopos – Campinas, mais de 117 mil toneladas foram importadas no ano de 2019. Enquanto, no caso da Exportação, no mês de maio houve maior movimentação comparado com os outros meses do mesmo ano, com cerca de 6.156 toneladas de peso embarcado.

**Gráfico 7 – Peso movimentado pelo Terminal Viracopos – Campinas em 2019**

Fonte: Viracopos Cargo (2020).

### 2.6.3 Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves

Investimentos têm sido realizados no Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves de forma a consolidar a capital mineira e a Região Metropolitana de Belo Horizonte como um importante polo de logística industrial. Cerca de 40% do comércio mundial, em valor, já é transportado pelo modo aéreo. Tendo em vista o cenário de crescimento dessa demanda foi criado a *BH Airport Cargo* (BHAirport, 2020).

A *BHAirport Cargo* está localizada no eixo São Paulo-Rio de Janeiro-Belo Horizonte com concentração de 50% da população brasileira, 65% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e 65% da produção industrial do país. Além disso, Minas Gerais é o segundo maior exportador brasileiro para China, Estados Unidos e Europa.

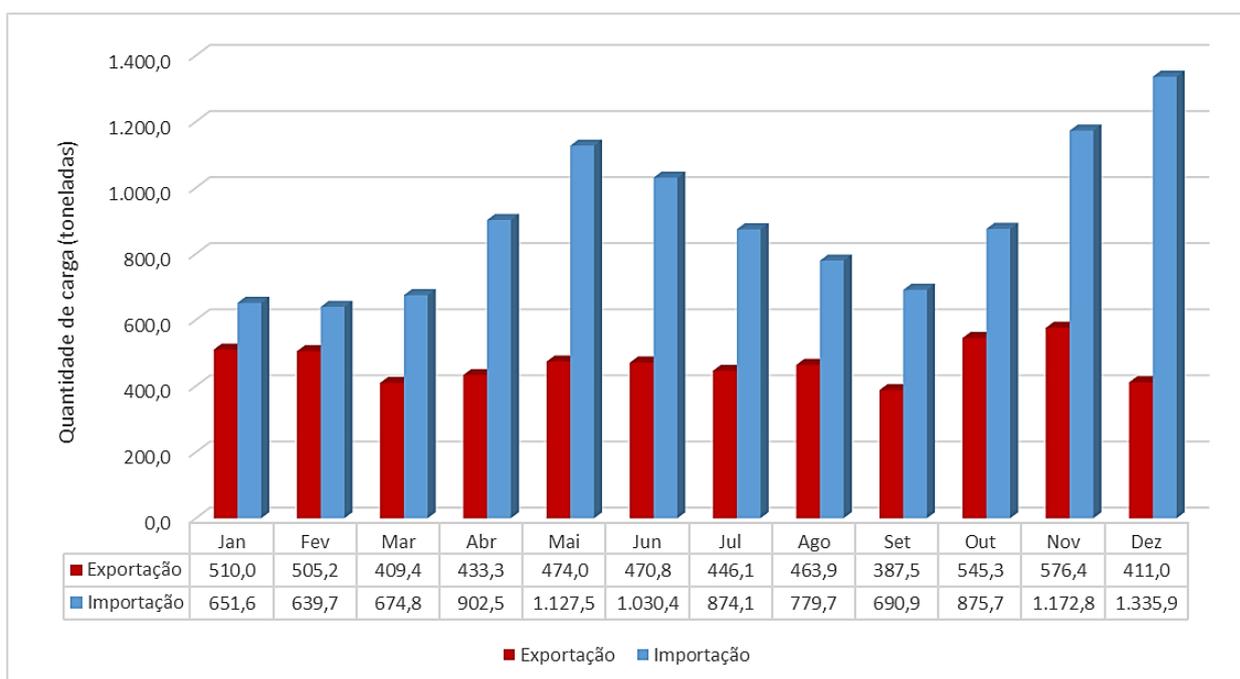
Atualmente, o *BHAirport Cargo* é composto por:

- 80 funcionários.
- Área total: 12.000m<sup>2</sup>.
- Armazém de carga perigosa: 300m<sup>2</sup>.
- Baía: 60m<sup>2</sup>.
- Canil: 50m<sup>2</sup>.

- Câmaras frigoríficas: 3.350m<sup>3</sup>.
- Estacionamento: 8.000m<sup>2</sup>.
- 11 posições de pátio.

Com base no Gráfico 8 é possível notar que no ano de 2019 ocorreu movimentação de pouco mais de 16 mil toneladas/ano no *Cargo Center* da BHAirport. Sendo que, desse valor, cerca de 65% são cargas de importação. O mês de novembro contou com maior participação em quantidade de carga exportada, sendo próximo de 576 toneladas, enquanto o mês de setembro contou com apenas 387 toneladas embarcadas. No caso das mercadorias importadas, o mês de dezembro se destacou com 1.335,9 toneladas de peso recebido pelo terminal.

**Gráfico 8 – Movimentação de cargas em CNF em 2019**



**Fonte: BHAirport (2020).**

Segundo o site *Diário do Comércio*, cerca de 45% das cargas aéreas chegam pelo modo rodoviário ao Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves em regime de Declaração de Trânsito Aduaneiro (DTA). Em 2019, o aeroporto contava com 47 destinos, sendo cinco internacionais: Lisboa, Buenos Aires, Cidade do Panamá, Orlando e Fort Lauderdale. Dessa forma, aproximadamente 43% das cargas importadas chegavam dos Estados Unidos, 34,3% da Europa, 19,5% da Ásia,

1,6% da América do Sul e cerca de 1% referia-se às cargas da África, Oceania e América Central, somadas. Com relação à exportação, essa ocorria principalmente dos EUA e da Europa (Diário do Comércio, 2019).

Em maio de 2020, o Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves se tornou o primeiro Aeroporto-Indústria do país. Essa já era uma meta corporativa da BHAirport e foi inaugurado com a intenção de aumentar a movimentação de cargas. O empreendimento beneficiará as empresas exportadoras que se instalarem dentro do sítio aeroportuário, com isenção de impostos, além da facilidade logística. A expectativa da concessionária é elevar a competitividade das empresas do Brasil no contexto internacional, bem como atrair investimentos e gerar empregos (BHAirport, 2020).

O Aeroporto Industrial tem como prioridade empresas com foco na exportação e produtos manufaturados, que utilizam matérias-primas importadas em seu processo produtivo. Dessa forma, a vantagem é que o custo logístico e o risco com o transporte rodoviário são evitados. A matéria-prima importada chega ao Aeroporto-Indústria é transformada e exportada pelo modo aéreo, de forma rápida e com isenção fiscal (BHAirport, 2020).

A estratégia do Aeroporto Industrial é transformar o aeroporto em *hub* logístico no futuro. A concessionária atua para ampliar o desenvolvimento econômico e social do Estado de Minas Gerais. A expectativa da concessionária é receber, nos próximos anos, investimentos de cerca de R\$3,5 bilhões (BHAirport, 2020).

A primeira empresa que fará parte do Aeroporto-Indústria é a Clamper, que desenvolve e fabrica equipamentos para proteção de raios e surtos elétricos. A empresa brasileira ocupará uma área de 3 mil m<sup>2</sup> dos 750 mil m<sup>2</sup> disponíveis no aeroporto industrial. Em um primeiro momento, as empresas terão como custos: uma taxa para a gestão do sistema integrado com a Receita Federal e o aluguel de utilização do espaço. A expectativa da BHAirport é atrair cerca de 250 empresas para o espaço (Estado de Minas, 2020).

## 2.1 Transporte de Carga Aérea na pandemia

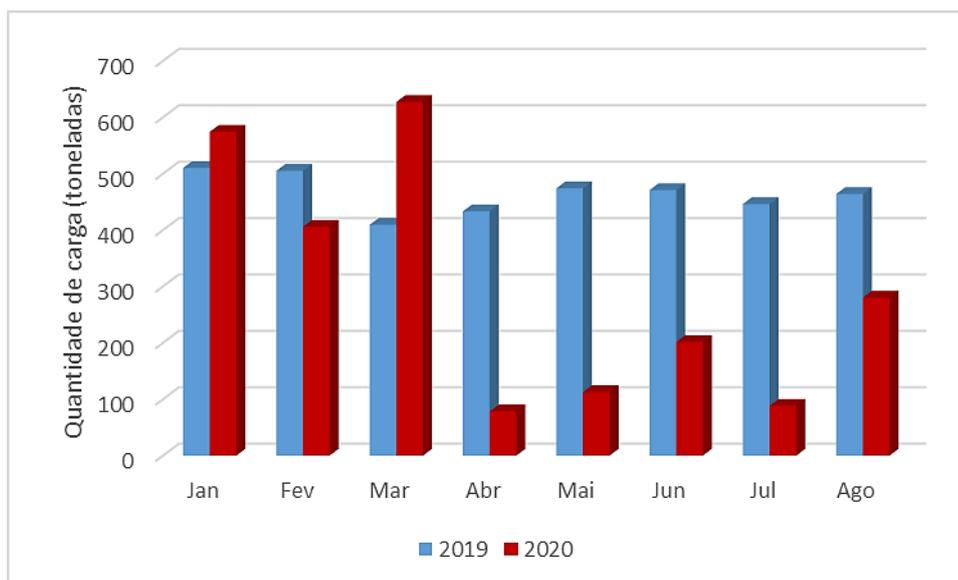
O mercado do transporte de carga aérea foi atingido pela crise gerada na pandemia do Covid-19. Os primeiros efeitos econômicos em consequência da pandemia apareceram logo no início da delimitação dos serviços públicos e atividades essenciais, por meio do decreto Nº 10.282, de 20 de março de 2020 (BRASIL, 2020). Os números relativos à carga transportada demonstraram queda a partir de abril, quando foram aplicadas no Brasil, medidas de distanciamento social, com a finalidade de prevenção da doença. As medidas tomadas para evitar a propagação do vírus, causaram uma redução no número de voos comerciais e consequente queda na oferta de transporte, seguido por aumento no valor do frete (Agência Brasil, 2020).

Segundo informações do Agência Brasil (2020), a Confederação Nacional da Indústria (CNI) realizou um levantamento que mostrou que, no mês de abril de 2020, o transporte de carga nos aeroportos brasileiros apresentou uma redução em 48% quando comparado ao mesmo mês do ano anterior. Cerca de 109 mil toneladas de carga foram transportadas em abril de 2019, enquanto em abril de 2020, apenas 57 mil toneladas.

Algumas empresas de táxi-aéreo foram autorizadas, em caráter emergencial pela ANAC, a realizar o transporte de carga, já que houve redução do tráfego de aeronaves da aviação regular durante a pandemia. Alguns serviços que estão sob demanda nesse período, como é o caso de transporte de artigos hospitalares, amostras laboratoriais, carga de álcool gel e líquido estão sendo direcionados pela contratante a essas empresas autorizadas (ANAC, 2020).

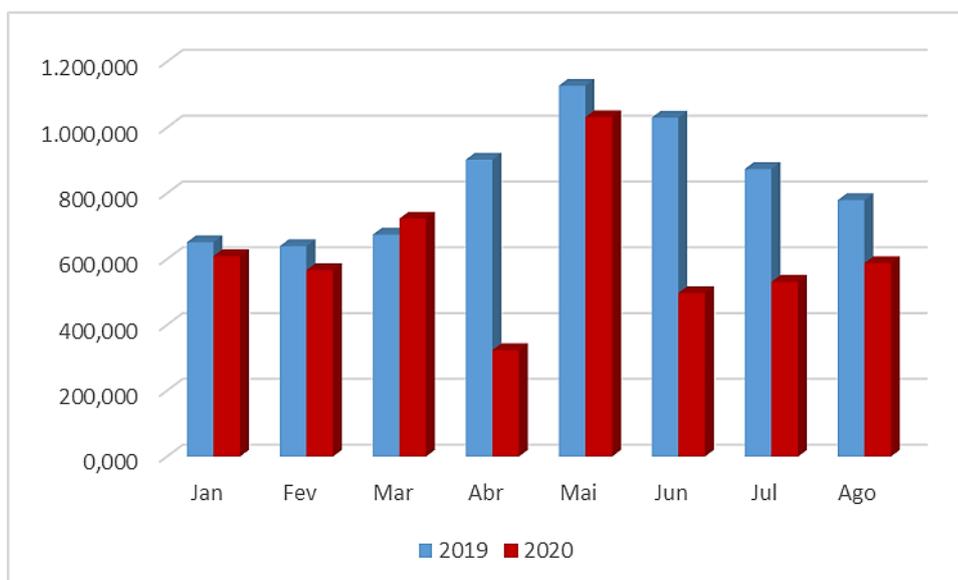
Abaixo, estão demonstradas as quedas na movimentação de mercadorias no Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves. Os gráficos comparam a quantidade de mercadoria movimentada – em exportação e importação – dos meses de janeiro a agosto de 2020, que foram disponibilizados pela BHAirport até o momento do estudo, com os dados do mesmo período no ano anterior.

No caso das cargas exportadas, a maior queda foi registrada no mês de abril com redução de cerca de 82% em relação ao ano de 2019, como pode ser visto no Gráfico 9. Nos meses seguintes a redução foi de aproximadamente 76%, 57%, 80% e 40% para os meses de maio, junho, julho e agosto, respectivamente.

**Gráfico 9 - Peso movimentado pela BHAirport – Exportação.**

Fonte: BHAirport (2020).

Em abril de 2019 houve movimentação de mais de 902 toneladas de peso recebido pelo Cargo Center da BHAirport. Esse número foi próximo de 323 toneladas de carga no ano de 2020, o que representa uma redução de mais 64% no transporte de mercadoria importada. De acordo com o Gráfico 10, essa redução continuou a ocorrer nos meses seguintes. Em junho a queda representou cerca 52% e 39% no mês de julho.

**Gráfico 10 – Peso movimentado pela BHAirport – Importação.**

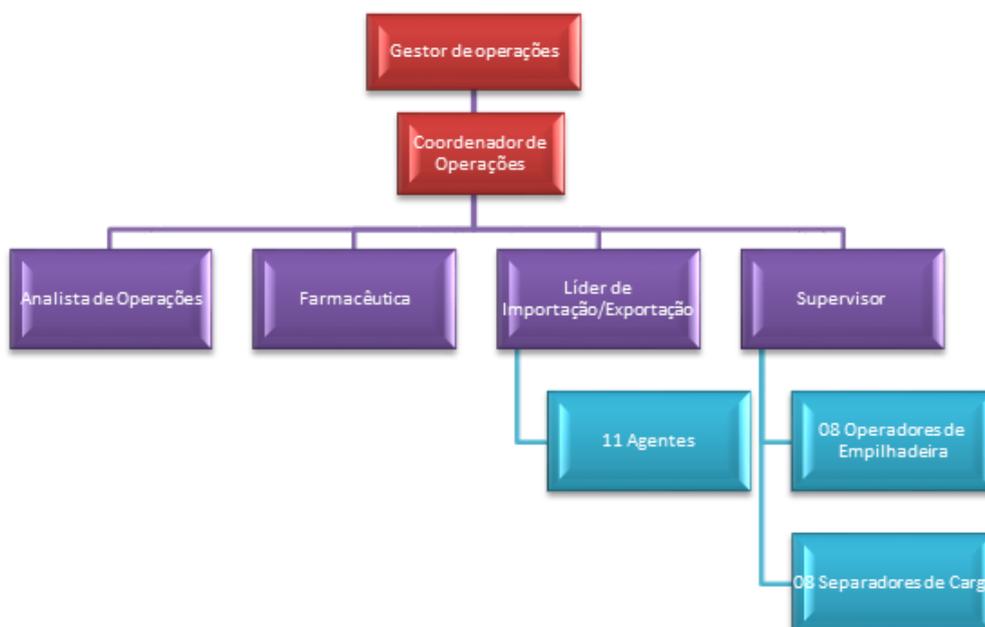
Fonte: BHAirport (2020).

### 3. TERMINAL DE CARGAS DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE BELO HORIZONTE- CONFINS –TANCREDO NEVES

Por meio de visita técnica, realizada no dia 24 de abril de 2019, ao terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves e em conversas com funcionários do local, obteve-se a informação de que cerca de 80% do total de cargas aéreas que chegam no estado de Minas Gerais não chegam pelo Aeroporto Internacional de Belo Horizonte. O processo de nacionalização da carga é feito em outros aeroportos do país. A BHAirport Cargo, departamento de logística da BHAirport responsável pelas cargas do Aeroporto Internacional de Confins, está realizando investimentos para aumentar a participação do transporte de cargas aéreas no mercado. Este Terminal de Cargas está localizado na Rodovia LMG 800 (km 7,9) no município de Confins – MG, no centro do eixo Belo Horizonte-Rio de Janeiro-São Paulo.

O Terminal de Cargas da BHAirport Cargo, em 2019, quando foi realizada a visita técnica, apresentava a estrutura organizacional de acordo com a Figura 7. No dia da visita, estavam presentes os responsáveis pelo planejamento operacional e o analista de operações.

**Figura 7 - Estrutura Organizacional do Terminal de Cargas da BHAirport Cargo**



Fonte: A autora (2020).

Os terminais de cargas aéreas são áreas específicas para embarque e desembarque de cargas sob jurisdição da Infraero. Desde que a BHAirport assumiu a concessão, em 2014, grandes investimentos têm sido feitos no TECA, a fim de ampliar o potencial de transporte de mercadorias e a participação na logística de cargas, ampliando as áreas de exportação e importação, novas salas de operação do sistema, prédio anexo de uso dos órgãos anuentes e novas portarias com maiores seguranças.

Atualmente, o Terminal de Cargas Internacional da BHAirport possui capacidade estimada de 30 mil toneladas/ano. De acordo com dados estatísticos, em 2019 a movimentação de cargas totais atingiu aproximadamente 16 mil toneladas (entre embarque e desembarque), considerando apenas cargas internacionais.

A concessionária é responsável por toda a operação de movimentação de cargas internacionais, que estão sobre anuência da Receita Federal. Com relação às cargas domésticas, a BHAirport aluga o espaço para companhias aéreas e não possui controle sobre a operação. Tanto o terminal de cargas internacionais como domésticas, são separados entre exportação e importação, conforme Figura 8. Atualmente, no terminal de cargas internacionais, o maior volume de mercadorias é o de importação, correspondendo a quase 60% das cargas totais.

**Figura 8 – Cargas internacionais e domésticas no TECA**



**Fonte: A autora (2020).**

A Figura 9 ilustra o Terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves, por meio de imagem satélite, editada com as informações dos espaços destinados ao Terminal de exportação, importação, cargas domésticas, cargas perigosas e pátio de aeronaves, para um entendimento mais claro da infraestrutura atual do Cargo Center.

Figura 9 - Imagem satélite do Cargo Center BHAirport em 2020.



Fonte: A Autora (2020).

### 3.1 Processo de Importação:

O recebimento da carga é realizado no setor de atracação por dois modos: aéreo, responsável por cerca de 60% das cargas que chegam ao Terminal e pelo modo rodoviário. No primeiro modo, as cargas chegam através de pranchas e a identificação das cargas é realizada. A BHAirport não possui domínio sobre as cargas que chegam ao Terminal. A Receita Federal é quem acompanha as operações e possui o poder de abrir os volumes e fazer a devida verificação, caso haja necessidade. As transportadoras aéreas responsáveis no Terminal de Cargas de Confins são: TAP, Copa, Latam, Gol e Azul. Enquanto as transportadoras rodoviárias são: West Cargo, Transpallet e Ventana Serra.

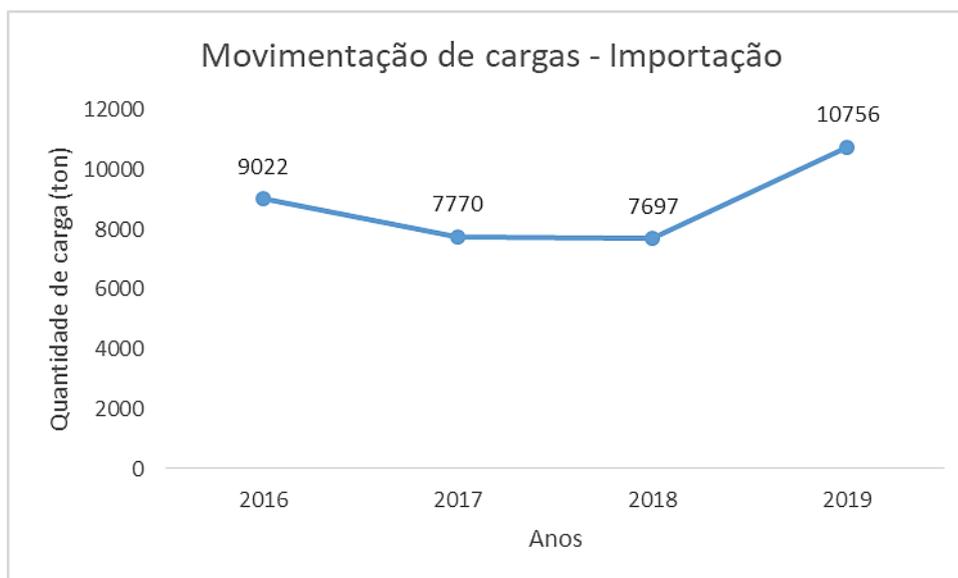
Os transportadores são responsáveis por cadastrar os dados de toda carga importada nacionalizada no aeroporto. Após a chegada da carga (pelo modo aéreo ou rodoviário), os transportadores disponibilizam o Manifesto de Carga, com as informações necessárias, no sistema Siscomex –Mantra, com a hora da chegada da carga. A BHAirport faz a conferência de cada carga: peso, quantidade, volume, se apresenta avarias, tipo de embalagem e alguma outra restrição da carga. Ou seja, após o recebimento da carga, há um confronto físico entre a carga registrada no

sistema Tecaplus (Siscomex – Mantra), para que a Receita Aduaneira faça a devida cobrança das cargas com padrões diferentes do reportado. Caso os dados sejam inseridos de forma errada no sistema Siscomex – Mantra, é gerada uma indisponibilidade, que será regularizada mediante solicitação formal à Receita Federal do Brasil.

Os volumes que chegam são direcionados dentro do Terminal aos setores de armazenagem de acordo com as características das cargas definidas pela Infraero. As cargas são separadas conforme o tipo das mesmas (Carga Geral, Carga Viva, Carga Perecível, Carga Perigosa e Carga de alto Valor) e os setores são divididos conforme cores. As cargas normais são direcionadas ao setor laranja, e não possuem particularidades de fratura e tratamento. O setor azul é para volumes menores, soltos no armazém e possuem prateleiras menores para facilitar a localização na saída. As cargas perecíveis são direcionadas às Câmaras Frigoríficas e as Cargas de Alto Valor para os cofres. Na parte externa, ao ar livre, encontra-se o armazém na cor verde, para a destinação de cargas perigosas (gases tóxicos, inflamáveis, com risco de explosão ou fogo).

Das cargas que chegam, cerca de 90% são cargas gerais. Além dessas, as cargas perecíveis são armazenadas em câmaras frigoríficas, sendo que o TECA de Confins possui 4 dessas estruturas, que podem trabalhar em diversas temperaturas. No dia da visita, a G6 estava configurada para a temperatura de 15° a 25°C. A sub-zero trabalhava a -20°C. A G4 de 2°C a 8°C e a G5 estava desligada pois não apresentava demanda. As temperaturas nessas câmaras são ajustadas conforme as necessidades das cargas recebidas.

Um dos grandes problemas que o Terminal enfrenta é com relação às cargas que chegam pois em um primeiro momento são cargas desconhecidas. Não há como saber qual a quantidade e quais produtos chegará. Para um estudo estimado, os anos anteriores são analisados e a projeção é realizada. Nos últimos anos, o terminal não superou a capacidade máxima estimada. O Gráfico 11 mostra a carga movimentada de 2016 a 2019 no TECA da BHAirport.

**Gráfico 11 – Movimentação de cargas internacionais importadas ao longo dos anos**

**Fonte: BHAirport (2020).**

Com relação à Infraestrutura do terminal, não há um Transelevador atualmente, pois o sistema foi considerado lento na armazenagem de carga e foi substituído pelo serviço humano.

Normalmente, a carga fica de 4 a 6 dias armazenada no terminal, aguardando o despachante (cliente ou contratado), para que seja feita a continuidade da liberação. O processo de liberação depende de alguns documentos, entre eles: DI – Declaração de Importação; DSI – Declaração Simplificada de Importação; DTA – Declaração de Trânsito Aduaneiro; DTI – Declaração de Trânsito Internacional. Após o registro do documento liberatório, os dados registrados são submetidos à análise da Receita Federal do Brasil. Com a carga liberada, o próximo passo é seguir por uma estação para que seja realizada a emissão de documento com número da carga, peso, volume e localização. Os operadores (separadores) destinam a carga para retirada. Concluindo essa etapa e com a carga já nacionalizada, ela é entregue ao cliente final ou a seu representante legal.

Algumas cargas são nacionalizadas no Porto Seco Industrial Granbel – localizado nas margens da BR-381, em Betim - devido ao menor custo. Nesses casos, as exportadoras pedem um tratamento diferenciado da carga para a Receita Federal do Brasil. Embora tenha o custo menor, existe o custo de transporte que dependendo do tipo de carga, não é compensatório. Da BHAirport, cerca de 1 a 2% das cargas vão

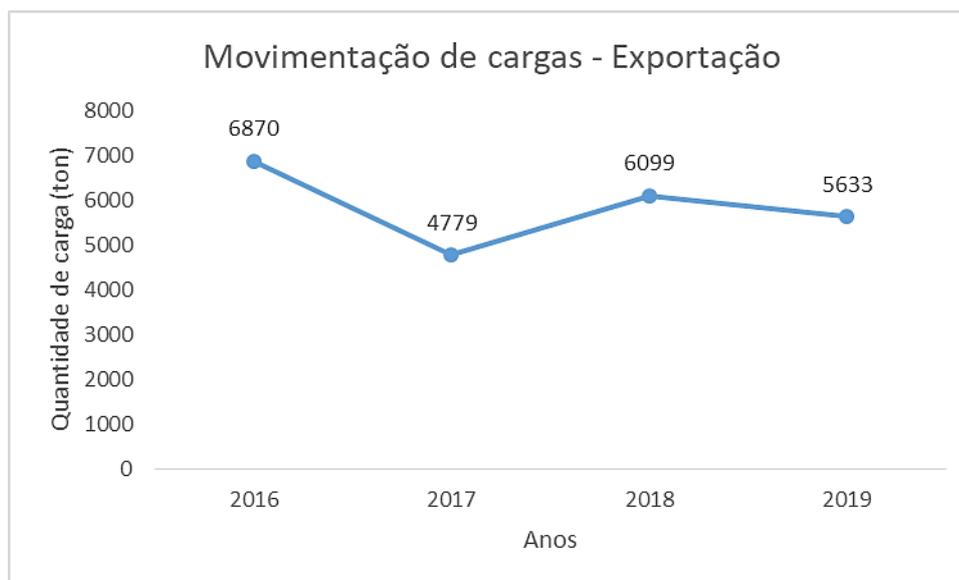
para o Porto Seco. Ainda não se trata de um grande concorrente, como é no caso dos 27 portos próximos ao Aeroporto de Campinas que recebem cerca de 60% das cargas. Caso as cargas normais não possuam documento liberatório registrado por mais de 90 dias, ou 45 dias para bagagem acompanhada ou desacompanhada, a carga é considerada abandonada. Ou, ainda, se a carga possui o documento de liberação, mas não é recebida em até 60 dias. Esse tipo de carga, tratada como “em perdimento” está sujeita à leilão, doação, destruição ou apropriação pela Receita Federal do Brasil. A inspeção da carga é feita para a definição do destino. O gargalo nesse procedimento é o período em que a carga por abandono, fica depositada no Terminal até que a ação seja definida. O tempo para a Receita Federal tomar uma atitude não é definido. Durante a visita foram encontradas cargas em armazenamento desde o ano de 2004.

### **3.2 Processo de Exportação:**

O setor de exportação no Terminal de Cargas de Confins possui um espaço menor do que o setor de importação e compartilham algumas infraestruturas, as câmaras frigoríficas utilizadas são as mesmas, por exemplo.

As cargas podem ser exportadas tanto pelo modo aéreo, quanto pelo modo rodoviário. No caso da exportação pelo modo rodoviário é vantajoso, pois o processo de internacionalização da carga é mais rápido, com isso, a carga é direcionada para outro aeroporto.

O Gráfico 12 mostra a movimentação de cargas dos anos de 2016 a 2019 no terminal de exportação do terminal de cargas da BHAirport. No ano de 2018 o peso embarcado foi equivalente a 6.099 toneladas, enquanto no ano de 2019 houve uma redução de 7,6% na exportação de mercadorias, comparado com o ano anterior.

**Gráfico 12 – Movimentação de cargas internacionais exportadas ao longo dos anos**

**Fonte: BHAirport (2020).**

A BHAirport Cargo efetua a verificação das características da carga e faz a identificação com etiquetas do conhecimento da origem do volume, o tipo de embalagem, volumes, peso e identificação das avarias. De acordo com o tipo de embalagem, as cargas a serem embarcadas no Teca são agrupadas em estrados, pesadas e embaladas com filme plástico.

As cargas perecíveis, vivas e perigosas recebem um cuidado especial. As mesmas podem ser inspecionadas pelos seguintes órgãos anuentes: Ministérios da Agricultura e da Saúde, IBAMA, Comissão Nacional de Energia Nuclear, entre outros, antes de passar pela Receita Federal do Brasil. Caso necessitem de equipamentos especiais, deverá feita solicitação pela transportadora responsável e só serão recebidas após a confirmação de embarque. As cargas perigosas devem estar acondicionadas em embalagens padronizadas pela IATA e ainda acompanhada pelo Certificado de Mercadorias Perigosas.

Quando a carga chega ao Terminal, é realizada uma verificação das informações e são inseridas no sistema Tecaplus, com posterior emissão de etiqueta com código de barras e armazenamento. O Documento de Arrecadação de Exportação – DAE é emitido. O exportador deve obter também a Declaração de Exportação – DEE ou a Declaração Simplificada de Exportação – DSE.

A carga é direcionada para o armazenamento no Teca de acordo com as características da carga, podendo, assim como as cargas no setor de Importação, passar por conferência da Receita Federal do Brasil. A entrega da carga ao transportador aéreo ou rodoviário será realizada após a apresentação dos seguintes documentos: DAE, comprovação de liberação pela Receita Federal pelo sistema Siscomex e Manifesto de carga.

Todos os volumes são pesados na saída, antes de embarcar, para fazer o balanceamento e segurança do voo. O processo nesse caso, pode ser terceirizado. No Terminal de Cargas da BHAirport não existem voos cargueiros exclusivos para cargas.

#### **4. METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO**

Os principais métodos de cálculo do dimensionamento dos terminais de cargas aéreas foram obtidos por meio de buscas na literatura, utilizando trabalhos relacionados com a capacidade do terminal de cargas de aeroportos no mundo. Nesta etapa, incluíram-se buscas em todo tipo de trabalho: artigos, normas técnicas, manuais, dissertações, teses, relatórios, entre outros. Além disso, algumas descrições obtidas no estudo foram baseadas em informações adquiridas por meio de visita técnica ao terminal da carga aérea da BHAirport. A visita técnica realizada no Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves auxiliou na identificação do processo de importação e exportação do TECA.

Os dados de tempo médio de armazenagem da carga no terminal foram obtidos por meio de extração de dados do sistema Tecaplan, pela BHAirport, para desenvolvimento do trabalho. Esse sistema possui informações detalhadas sobre os terminais de cargas, possuindo dados precisos de toda a carga que chega e sai do cargo center, com o respectivo peso aferido imediatamente antes do armazenamento das mercadorias. Nesse estudo, os dados de tempo médio de armazenagem mensal extraídos, dos anos de 2017 e 2018, foram analisados com auxílios de planilha eletrônica e serão utilizados para o cálculo da área operacional.

Para realizar o cálculo da atual capacidade do terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves foram utilizadas alguns

métodos, como o apresentado no Relatório Consolidado da McKinsey & Company (2010). Através do fluxograma e das informações obtidas previamente foi possível dimensionar o terminal de cargas e os possíveis efeitos causados por sua operacionalidade. O dimensionamento envolverá tanto os terminais de exportação quanto de importação.

#### **4.1 Fatores que influenciam no dimensionamento do TECA**

Alguns fatores podem influenciar no dimensionamento do Terminal de Cargas, seja no tamanho ou na forma do terminal. Segundo Magalhães (1998) para determinação das áreas de processamento no terminal, é necessário:

- Conhecer os procedimentos atuais e previstos de operação.
- Definir os obstáculos e as restrições operacionais existentes e as medidas para solucioná-los.
- Estabelecer metas e objetivos com a construção/ampliação de instalação (exemplo: maior agilidade no processamento da carga, melhor conexão intermodal).
- Estabelecer, junto ao operador, o sistema de processamento necessário e os critérios pertinentes para manuseio da carga.
- Determinar o grau de operações a serem realizadas externamente ao Terminal.

Após realizados esses requisitos é possível identificar as funções para proceder ao dimensionamento de áreas. Uma das limitações nesse campo é o de converter volumes de carga em espaço necessário para seu processamento. Essa conversão é realizada através de fatores de conversão e taxas de processamento, alguns são abordados nos seguintes fatores, que serão detalhados em sequência, Meneses (2001):

- Tipo e quantidade de carga a ser processada nos períodos de pico;
- Tipo e quantidade de carga que requer tratamento especial;
- Tipos de aeronaves e frequência de voos;
- Nível de tecnologia do terminal;
- Quantidade de carga pré-unitizadas;
- Tempo de permanência da carga no Terminal.

#### 4.1.1 Tipo e quantidade de carga a ser processada nos períodos de pico

Para um melhor aproveitamento físico das prateleiras em estantes ou racks é importante conhecer as características físicas da carga: o tamanho, peso e a cubagem da carga, bem como a quantidade que será recebida, atracada, armazenada e despachada nos períodos de pico do tráfego no terminal.

#### 4.1.2 Tipo e quantidade de carga que requer tratamento especial

As cargas que requerem tratamento especial são as que, devido a características físicas, qualitativas ou quantitativas, necessitam instalações especiais e diferenciadas, que são: carga normal ou comum, de grande peso, volume ou comprimento; carga perecível; carga de grande urgência; carga de alto valor; cargas vivas; cargas restritas e cargas perigosas.

#### 4.1.3 Tipo de aeronave e frequência de voo

As aeronaves do tipo “*Wide-Body*”, que são aeronaves de fuselagem larga, são as mais utilizadas pelas empresas aéreas no transporte de carga. Esse tipo de aeronave transporta uma grande quantidade de passageiros em sua configuração usual e uma quantidade de carga em seus porões. As aeronaves com esse tipo de configuração podem ainda transportar a carga de dois modos: a carga é transportada somente no porão ou o transporte pode se dar tanto no porão quanto na fuselagem. Neste último tipo de transporte, denomina-se “Combi”, conforme explicado no capítulo anterior.

Já as aeronaves específicas para o transporte de carga são do tipo:

- Cargueiro puro: sem revestimento interno. Possui uma rede de proteção logo após a cabine de comando;
- *Quick-Change*: Possui uma porta de carga similar ao cargueiro puro e revestimento interno, limitando a capacidade;

- Conversível: Capacidade de transporte de carga menor do que o tipo cargueiro puro, porém pode ser transformada em transporte de passageiros em apenas dois dias.

#### 4.1.4 Nível de tecnologia do terminal

De acordo com Meneses (2001) o nível de tecnologia do terminal está associado ao tipo e quantidade de carga a ser processada e aos procedimentos de manipulação, transporte e armazenamento da carga. O nível de tecnologia do terminal pode ser classificado em:

- Terminais de baixa tecnologia: processam pequenas quantidades de cargas com processos manuais e mecanizados.
- Terminais de média tecnologia: Processam grandes quantidades de carga, com processos manuais até semi-automatizados.
- Terminais de alta tecnologia: processam grandes quantidade de carga, com processo mecanizados até totalmente automatizados.

#### 4.1.5 Quantidade de Cargas pré-unitizadas

Em alguns terminais a carga chega já unitizada, desta forma não há necessidade de desmanche para ser transportada pela companhia aérea ou para retirada do consignatário. Neste caso, o terminal deverá ser dotado de área para armazenagem de ULD (*Unit Load Devices*), dispositivo de carga unitária, que pode ser *pallet* ou contêiner, utilizado para fazer o transporte de mercadorias em aeronaves, que dependendo da quantidade, pode ser feito em vários níveis de forma a aproveitar melhor o espaço.

#### 4.1.6 Tempo de permanência da carga no terminal

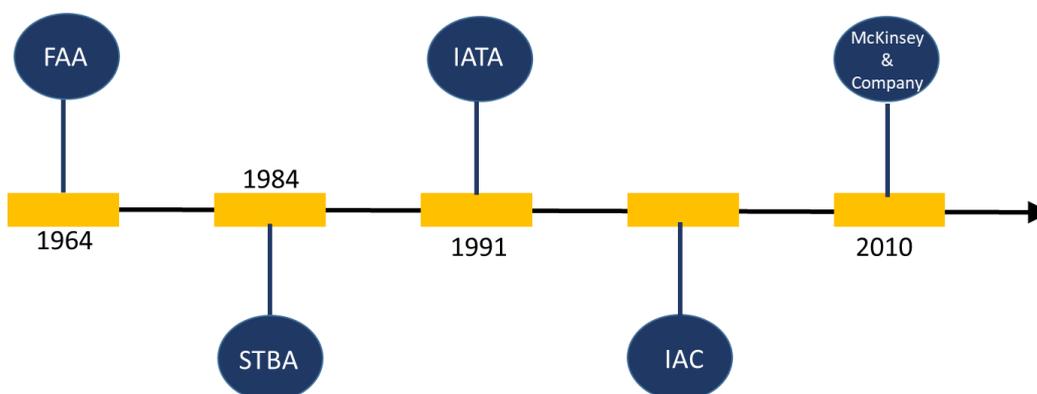
A relação entre o tempo de permanência da carga no terminal e a área dos armazéns é diretamente proporcional. Logo, quanto maior o tempo de permanência da carga no terminal maior será a área necessária para armazenamento das cargas que chegam.

No terminal de importação o tempo de permanência é dado pelo período corrido entre o momento em que a carga é recebida pelo administrador do terminal e retirada pelo seu consignatário. Por sua vez, no terminal de exportação, o tempo de permanência é o tempo em que a carga é recebida pelo administrador até a sua solicitação para embarque e carregamento na aeronave.

#### 4.2 Métodos encontrados na literatura

Nesta seção, serão apresentados e discutidos os métodos existentes na literatura, divididos em subseções, acerca da temática de dimensionamento de capacidade de terminais aeroportuários. Em seguida, os métodos serão aplicados ao estudo de caso do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves. Os métodos serão apresentados de acordo com a ordem cronológica de publicação. O método IAC, citado por Meneses (2001) e Nova (2017), não possui a data de publicação definida por esses autores e por isso será inserido após o método do IATA (1991). A ordem de apresentação dos métodos está identificada na Figura 10.

**Figura 10 – Linha do tempo dos métodos de dimensionamento**

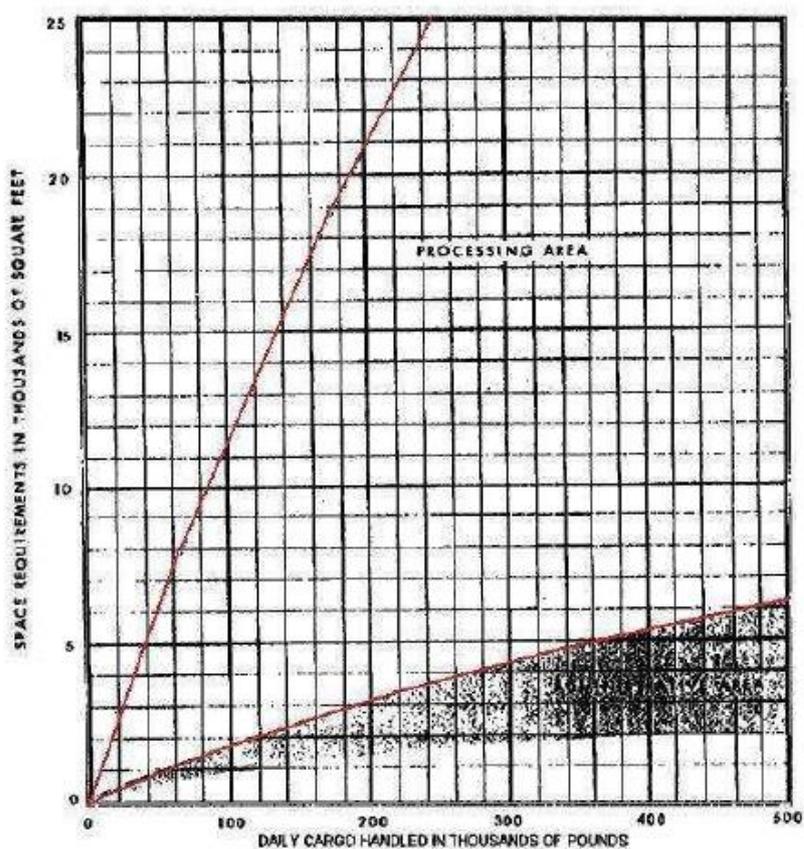


Fonte: A autora (2020).

#### 4.2.1 Método da FAA - *Federal Aviation Administration*

O método da Federal Aviation Administration - FAA (1964) é um método de dimensionamento de área de terminais de carga internacionalmente consagrado e trata do tema na Circular AC 150/5360-2, Airport Cargo Facilities. O método apresenta um ábaco, conforme Gráfico 13, para estimativa das áreas administrativas e de processamento de carga de Terminais, em função do movimento diário observado.

Gráfico 13 - Ábaco da FAA para estimativa da área de terminais de carga



Fonte: Nova (2017) *apud* FAA (1964).

#### 4.2.2 Método da *Services Techniques des Bases Aériennes* (STBA)

O método da STBA (1984) que faz parte da publicação do Ministério dos Transportes da França, cita, na *Instruction Technique sur les Aeródromes Civils* – Instrução

Técnica de Aérodromos Cíveis (no português), que índices gerais podem variar de 3t/ano/m<sup>2</sup> a 20t/ano/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.3 Método da *Internacional Air Transport Association* (IATA)

O método da IATA (1991) recomendava, no passado, a utilização de 1,0 ft<sup>2</sup> por tonelada de carga anual para estimativa da área de carga para exportação; e 1,1 ft<sup>2</sup> por tonelada de carga anual para área de carga de importação. Segundo Ashford (1991) *apud* Magalhães (1998), entretanto, esses índices, que correspondem a aproximadamente 0,1m<sup>2</sup> por tonelada anual de carga são considerados estimativas feita com base em quantidade insuficiente de dados. Após 1991, apesar de estudos desenvolvidos na área de terminal de passageiros, a IATA não produziu mais estudos de área e índice ou qualquer outro método para dimensionamento de terminais de carga aérea.

Em Kazda (2009) foi realizada uma pesquisa em 50 terminais de cargas aéreas que mostrou o dimensionamento de 0,5 ton/ano/m<sup>3</sup> para cargas anuais menores que 400.000 toneladas e de 1,0 ton/ano/m<sup>3</sup> para situações com mais de 800.000 ton/ano. No estudo houve uma demonstração de produtividade de 5 a 10 ton/ano/m<sup>2</sup> respectivamente para pequenas (até 50.000 ton/ano) e grandes movimentações (mais de 250.000 ton/ano).

#### 4.2.4 Método do Instituto de Aviação Civil (IAC)

Neste método, o Instituto de Aviação Civil, através do Manual de Capacidade publicado pela Comissão de Estudos e Coordenação da Infraestrutura Aeronáutica, em nível de planejamento, utiliza a Equação (1) para o dimensionamento da área global dos terminais de carga aérea, de acordo com Nova (2017):

$$A = \frac{T \times F \times f \times tm}{365 \times d \times h} \quad (1)$$

Onde:

A: Área em m<sup>2</sup>;

T – Tonelagem anual prevista.

F – Fator de flutuação da demanda de carga (1,1 a 1,5), sendo “F” maior quanto menor for a tonelagem anual prevista.

f – Fator que depende da configuração das áreas de armazenagem, variando de 1,3 a 2,5.

tm – Tempo médio de permanência da carga no terminal (em dias).

d – Densidade média da Carga, varia de 0,0875 a 0,158 t/m<sup>3</sup>.

h – Altura máxima de empilhamento, depende do equipamento disponível (1,4 a 4,0m).

#### 4.2.5 Método McKinsey & Company

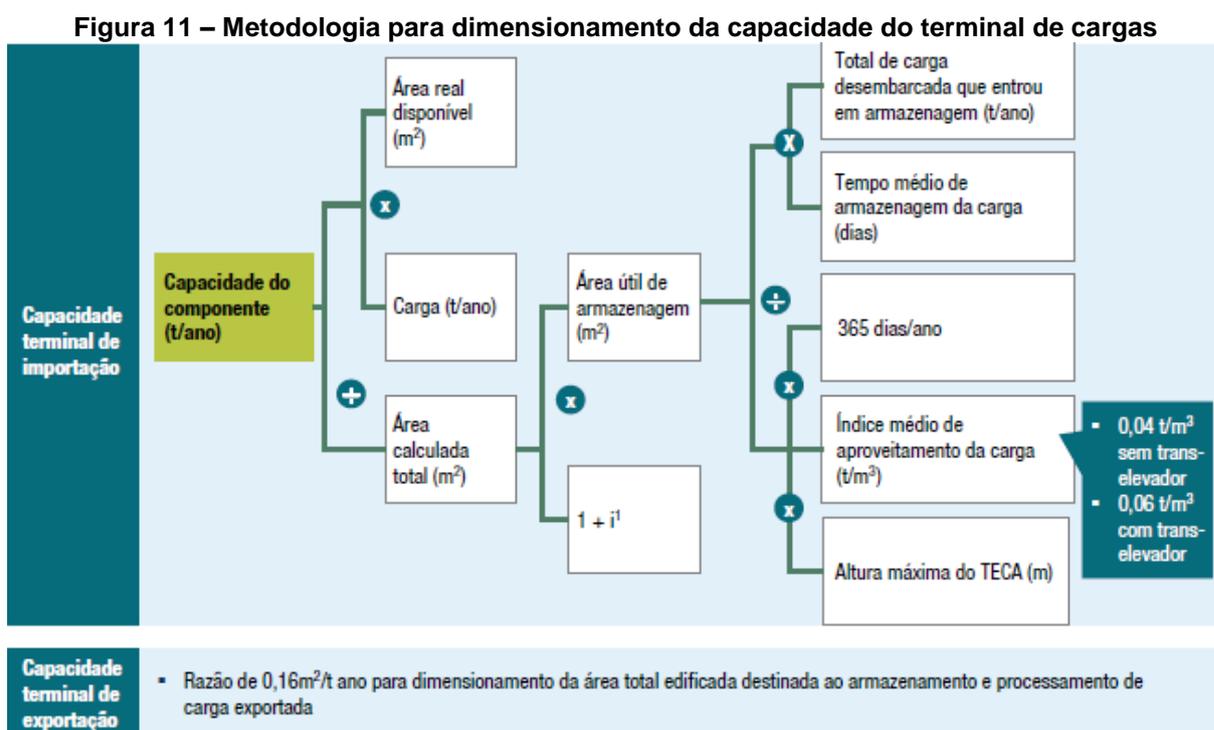
Esse método apresenta cálculos diferentes para o terminal de cargas de exportação e importação, devido às características operacionais distintas dos dois processos. As cargas domésticas não são consideradas nessa metodologia pois não exigem, necessariamente, infraestrutura para armazenagem desse tipo de carga no aeroporto. No caso do aeroporto em estudo, o terminal de cargas domésticas não é de responsabilidade da BHAirport, como dito anteriormente.

O terminal de cargas de importação é composto pela área útil de armazenamento e área em perdimento, que juntos armazenam a maior parte da carga importada e por isso, serão os componentes que impactarão diretamente no cálculo da capacidade. Além dessas áreas, o terminal contém a área de armazenagem de cargas especiais (perecíveis, cargas restritas, cofre e câmaras frigoríficas), área de atracação-desembarço, doca, conferência fiscal, carga courier, carga em trânsito, administração e escritórios.

A capacidade do terminal de importação depende da área de armazenagem real do terminal (ou seja, área útil e área em perdimento, somadas) e da altura máxima de empilhamento; do tempo médio de armazenagem; do índice médio de aproveitamento

da carga e da proporção da carga recebida que não está em trânsito (McKinsey& Company, 2010).

Para determinar a área útil de armazenagem em  $m^2$ , o total de carga desembarcada que entrou em armazenagem (t/ano) deve ser multiplicado pelo tempo médio de armazenagem da carga, em dias. Esse valor deve ser dividido pelo produto do índice médio de aproveitamento da carga ( $t/m^3$ ), que será de  $0,04 t/m^3$  sem transelevador e  $0,06 t/m^3$  com transelevador, com a altura máxima do TECA (m) e com 365 dias/ano. Para determinar a área total em metros quadrados, a área útil de armazenagem deve ser multiplicada com o percentual da área útil de armazenagem destinada à carga em perdimento, acrescentada de 1. Ao multiplicar a área real disponível pela carga (t/ano) e dividir pela área calculada total, tem-se o valor da capacidade do componente em (t/ano). Esse cálculo está ilustrado na Figura 11 junto com o cálculo da capacidade do terminal de exportação que é definido pela razão de  $0,16m^2/t$  ano.



Fonte: McKinsey & Company (2010).

Além dos métodos apresentados na seção, foram encontrados ainda, na literatura, os métodos de Ashford (1992) e Magalhães (1998). O primeiro, utiliza um conjunto de critérios e premissas para o dimensionamento de um terminal de tecnologia média e outro para terminais com elevado nível de tecnologia. No entanto, esse método não

deixa claro quais foram os critérios utilizados para a escolha dos fatores de conversão utilizados para cálculo de áreas e não será utilizado no dimensionamento do terminal de cargas do Aeroporto em estudo.

O método proposto por Magalhães (1998), a partir dos modelos de Ashford, é composto por modelos determinísticos e sugere que o terminal de carga aéreo, por ser dinâmico, deve representar as diversas etapas do processamento de carga: fluxo de importação, trânsito e exportação, com a devida integração entre os componentes. Com isso, o modelo é definido para cada setor do terminal, permitindo uma análise individual de cada área por setor, o que permite a avaliação da área total edificada. Esse método também não será utilizado para o dimensionamento do Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves, mas está informatizado em Meneses (2001).

## **5. ANÁLISE DE RESULTADOS**

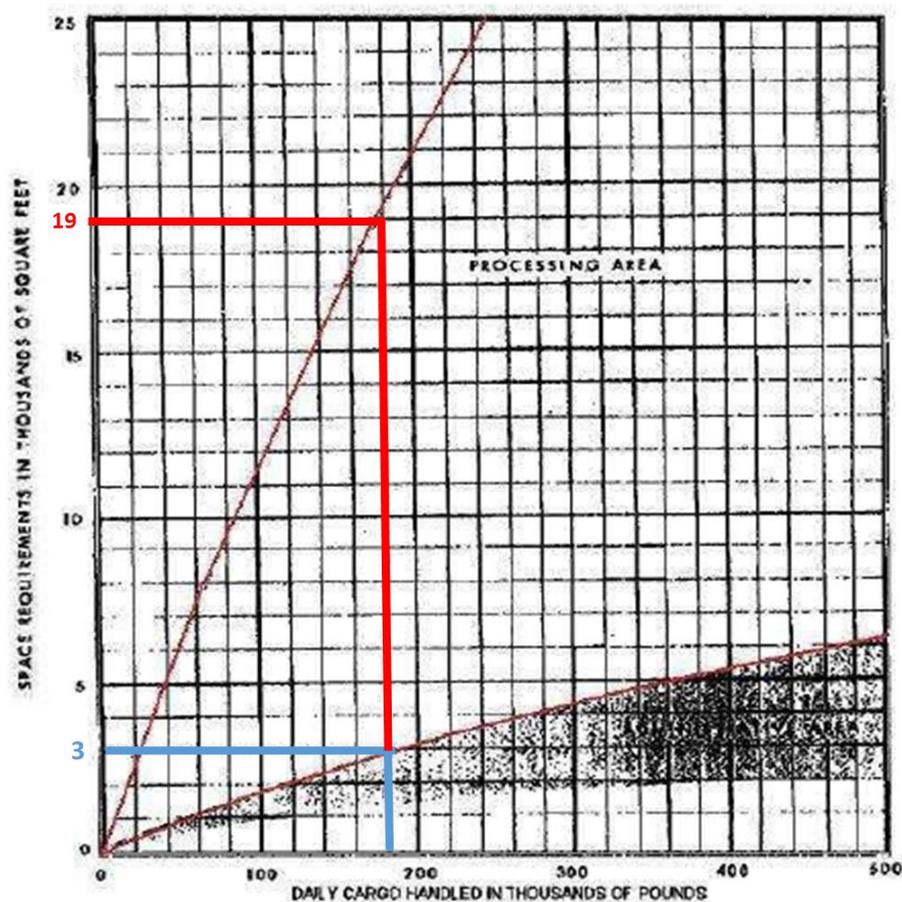
Este capítulo objetiva o dimensionamento do terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte com as metodologias: FAA (1964), STBA (1984), IATA (1991), IAC e McKinsey & Company (2010), expostas no capítulo anterior e a comparação das áreas obtidas através desses métodos.

### **5.1 Dimensionamento do terminal pelos métodos encontrados na literatura**

- Método FAA (1964)

Para aplicar o método FAA, foi considerado a estimativa de 30.000 ton/ano do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves. Portanto, considerando o ano com 365 dias, temos que por dia é transportado 82 toneladas de carga, aproximadamente. A partir disso, calculou-se a área requerida no terminal para receber essa quantidade de carga. Sabendo-se que 1 tonelada equivale a 2204,623 libras, temos que, a capacidade estimada, equivale a 180.779 libras. A partir do Gráfico 14 foi possível definir a área do terminal.

Gráfico 14 – Dimensionamento pelo método FAA



Fonte: Federal Aviation Administration (1964).

Portanto, utilizando o ábaco da metodologia Federal Aviation Administration, a área administrativa estimada é equivalente a 3 pés<sup>2</sup> x 1000, ou seja, aproximadamente 279m<sup>2</sup>. Para a área de processamento de carga, sugere-se uma área de 19 pés<sup>2</sup> x 1000 (1.765 m<sup>2</sup>). Ou seja, a área total do terminal seria de 2.044 m<sup>2</sup>.

- Método STBA (1984)

Considerando que no método da STBA (1984) a demanda varia de 3t/ano/m<sup>2</sup> a 20t/ano/m<sup>2</sup>, consideraremos a média de 11,5 t/ano/m<sup>2</sup> para fazer as comparações. Portanto, considerando 30.000 toneladas/ano, obtemos a área de 2.609 m<sup>2</sup>.

- Método IATA (1991)

O método IATA recomendava a utilização de 1,0 ft<sup>2</sup> por tonelada de carga anual na estimativa da área de carga no caso da exportação. Sabendo que 1ft<sup>2</sup> equivale a 0,09290304 m<sup>2</sup> e considerando a demanda de 12.000 toneladas anuais para o terminal de exportação, a área do terminal seria de 12.000 ft<sup>2</sup>, ou 1.115 m<sup>2</sup>. A demanda de 12.000 toneladas para o terminal de exportação e 18.000 toneladas referente ao terminal de importação serão justificadas mais a frente pelo método McKinsey&Company (2010).

No caso do terminal de importação, considerando a capacidade de 18.000 toneladas/ano temos que a área é de 19.800 ft<sup>2</sup>, ou 1.840 m<sup>2</sup>. Juntos, os terminais são responsáveis por 2.955 m<sup>2</sup>.

- Método do Instituto de Aviação Civil

Considerando a Equação (1) e supondo a tonelagem anual prevista como 30.000 toneladas; o fator de flutuação da demanda de carga, como um valor médio de 1,3; o fator que depende da configuração das áreas de armazenagem igual a 1,9; a densidade média da carga de 0,12275t/m<sup>3</sup> e a altura máxima de empilhamento equivalente a 2,7; temos que:

$$A = \frac{30.000 \times 1,3 \times 1,9 \times 6}{365 \times 0,12275 \times 2,7} \quad A = 3.675 \text{ m}^2$$

O tempo médio de permanência da carga no terminal, considerado como 6 dias, é um dado extraído pela BHAirport e será exposto no desenvolvimento do estudo pelo método McKinsey&Company (2010). Portanto, através do método do IAC, temos que a área global do terminal de cargas é de 3.675 m<sup>2</sup>, sem diferenciação do terminal de importação e exportação.

- Método McKinsey & Company (2010)

Considerando a movimentação de carga no Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves, ao longo dos últimos anos, visto na Tabela 3, podemos verificar que em média, cerca de 60% da carga refere-se à importação e 40% exportação, conforme cálculos visualizados na Tabela 4.

**Tabela 3 – Movimentação de cargas internacionais**

Cargas Internacionais			
Anos	Importação	Exportação	Total
2016	9.022	6.870	15.892
2017	7.770	4.779	12.550
2018	7.697	6.099	13.796
2019	10.756	5.633	16.388
	35.245	23.381	58.626

**Fonte: BHAirport (2020).**

**Tabela 4 – Porcentagens de cargas importadas e exportadas pela BHAirport**

Anos	% Importação	% Exportação
2016	57	43
2017	62	38
2018	56	44
2019	66	34
<b>Média:</b>	60	40

**Fonte: BHAirport (2020).**

Com base nisso, tendo que a capacidade anual estimada pelo aeroporto de CNF é de 30.000 toneladas/ano, será considerado que 18.000 toneladas/ano é referente à estimativa para cargas de importação e 12.000 toneladas/ano para cargas de exportação.

Para o dimensionamento do Terminal de Importação, na estimativa do tempo médio de armazenagem serão utilizados valores médios fornecidos pelo Aeroporto, para os anos de 2017 e 2018, conforme a coleta secundária exposta na Tabela 5:

Tabela 5 - Tempo médio de armazenagem em horas

<b>Importação - Tempo Médio de Estocagem - [h]:mm</b>		
	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Jan</b>	148:19	157:52
<b>Fev</b>	125:12	152:16
<b>Mar</b>	127:28	133:22
<b>Abr</b>	120:46	162:26
<b>Mai</b>	116:07	218:39
<b>Jun</b>	120:58	161:13
<b>Jul</b>	130:32	161:13
<b>Ago</b>	124:27	158:40
<b>Set</b>	135:48	131:03
<b>Out</b>	136:06	142:05
<b>Nov</b>	161:36	129:38
<b>Dez</b>	154:36	140:35
<b>Tempo médio:</b>	<b>133:29</b>	<b>154:05</b>

Realizando uma transformação do tempo médio em horas para o tempo médio em dias, que é a unidade de medida utilizada para o cálculo de capacidade, obtemos os seguintes valores apresentados na Tabela 6:

Tabela 6 – Tempo médio de armazenagem em dias

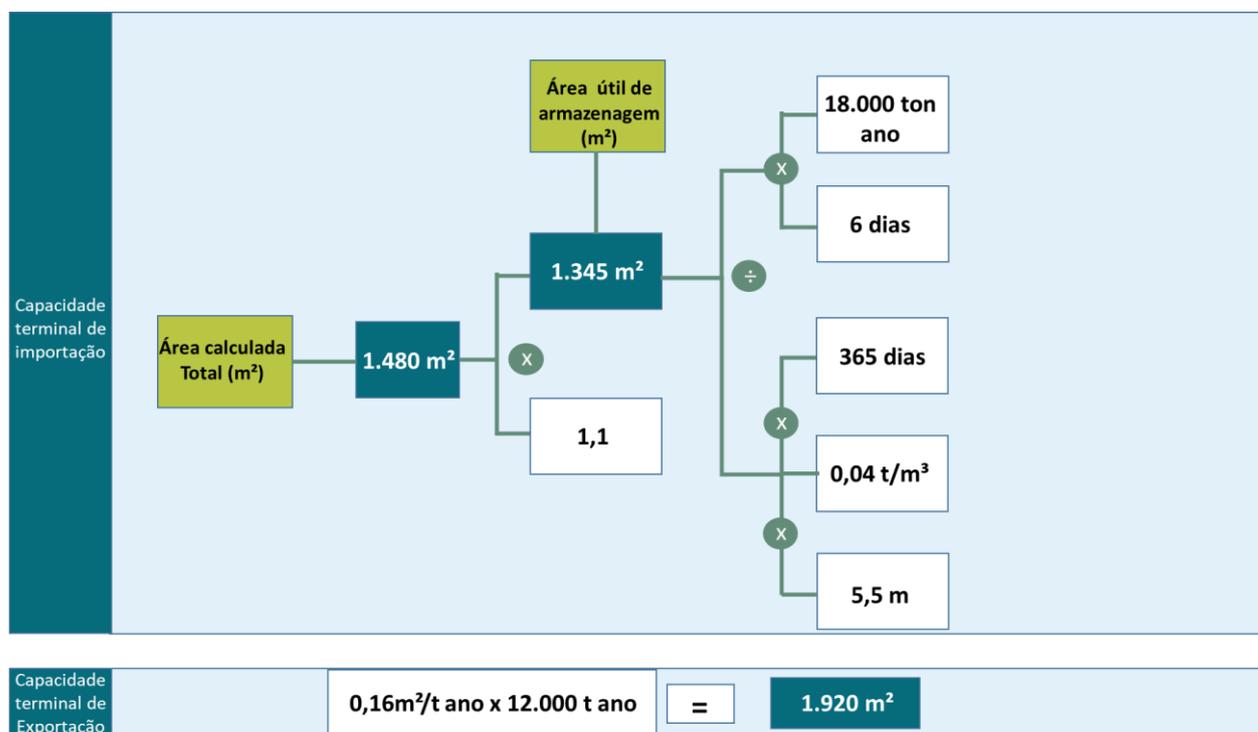
<b>Importação - Tempo Médio de Estocagem - dias</b>		
	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Jan</b>	6,18	6,58
<b>Fev</b>	5,22	6,34
<b>Mar</b>	5,31	5,56
<b>Abr</b>	5,03	6,77
<b>Mai</b>	4,84	9,11
<b>Jun</b>	5,04	6,72
<b>Jul</b>	5,44	6,72
<b>Ago</b>	5,19	6,61
<b>Set</b>	5,66	5,46
<b>Out</b>	5,67	5,92
<b>Nov</b>	6,73	5,40
<b>Dez</b>	6,44	5,86
<b>Tempo médio:</b>	<b>5,56</b>	<b>6,42</b>

Com isso, o tempo médio de armazenagem utilizado para o cálculo da capacidade pelo método McKinsey & Company será projetado como a média, em dias, do tempo médio apresentando nos anos de 2017 e 2018. Como a média de tempo que as cargas ficaram estocadas no ano de 2017 no Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves foi equivalente a 5,56 dias e a média no ano de 2018 foi próxima de 6,42 dias, será utilizada a média aritmética equivalente a 6,0 dias para os cálculos futuros. A altura máxima do TECA será estimada como 5,5 metros. Para o valor da carga em toneladas por ano, foi considerado a estimativa de 18.000 toneladas/ano para o terminal de importação e 12.000 para o TECA de exportação, conforme apresentado anteriormente, e por fim, o percentual da área útil de armazenagem destinada à carga em perdimento, foi considerado como 10%, baseado no valor utilizado em Nova (2017).

Com base nas considerações feitas anteriormente, foi possível estimar a área total (real) do Cargo Center do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves, que será demonstrado com base no fluxograma disponibilizado no Relatório Consolidado do McKinsey & Company (2010). Os dados estão colocados,

com as respectivas unidades de medida, em resumo, tanto para o terminal de importação quanto para o terminal de exportação, na Figura 12.

**Figura 12 - Dimensionamento dos terminais de carga do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte - Confins - Tancredo Neves**



Fonte: A autora (2020).

Com base nos cálculos apresentados, podemos notar que a área útil de armazenagem do terminal de Importação foi equivalente a 1.345 m<sup>2</sup>. Sendo que 134,5 m<sup>2</sup> corresponde a área destinada a carga em perdimento. Portanto, a área calculada total é de 1.480 m<sup>2</sup>. Enquanto para o terminal de Exportação foi equivalente a 1.920m<sup>2</sup>.

A área exata dos componentes que compõem o terminal de importação do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte - Confins - Tancredo Neves não foi obtida. Sabe-se apenas que a área total é igual a 12.000m<sup>2</sup> e o volume das câmaras frigoríficas é igual a 3.350m<sup>3</sup>. Por isso, será feita uma estimativa considerando a proporção típica da ocupação dos componentes, disponível no Relatório Consolidado, exibida através da Figura 13 (McKinsey & Company, 2010). A área útil de armazenagem e a área de perdimento ocupam a maior parte do terminal.

**Figura 13 - Proporção típica da ocupação dos componentes no terminal de importação**

Componentes	Proporção da área total (%)
• Armazenagem de cargas especiais (perecíveis, câmaras frigoríficas, cofres e cargas restritas)	5 a 10
• Atracação-desembarço	15 a 25
• Doca	5
• Conferência fiscal (Receita Federal), liberação e entrega	10 a 13
• Carga <i>courier</i>	0 a 10
• Carga em trânsito (para EADIs <sup>10</sup> , entrepostos industriais ou para outros TECAs)	0 a 25
• Administração e outros escritórios	6 a 10

Fonte: McKinsey & Company (2010).

A área considerada para cada componente está demonstrada na Tabela 7. As estimativas foram realizadas conforme a proporção típica da ocupação dos componentes. Para tanto, a proporção da área total foi considerada como a média dos valores propostos.

**Tabela 7 - Componentes do Terminal de Cargas**

Área útil de armazenagem:	<b>1.345 m<sup>2</sup></b>
Área calculada total (com carga em perdimento):	<b>1.480 m<sup>2</sup></b>

COMPONENTES	PROPORÇÃO DA ÁREA TOTAL (%)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
Armazenagem de cargas especiais (perecíveis, câmaras frigoríficas, cofres e cargas restritas)	7,5	900
Atracação-desembarço	20	2.400
Doca	5	600
Conferência fiscal (Receita Federal), liberação e entrega	11,5	1.380
Carga <i>courier</i>	5	600
Carga em trânsito (para EADIs, entrepostos industriais ou para outros TECAs)	12,5	1.500
Administração e outros escritórios	8	960
Total	69,5	8.340

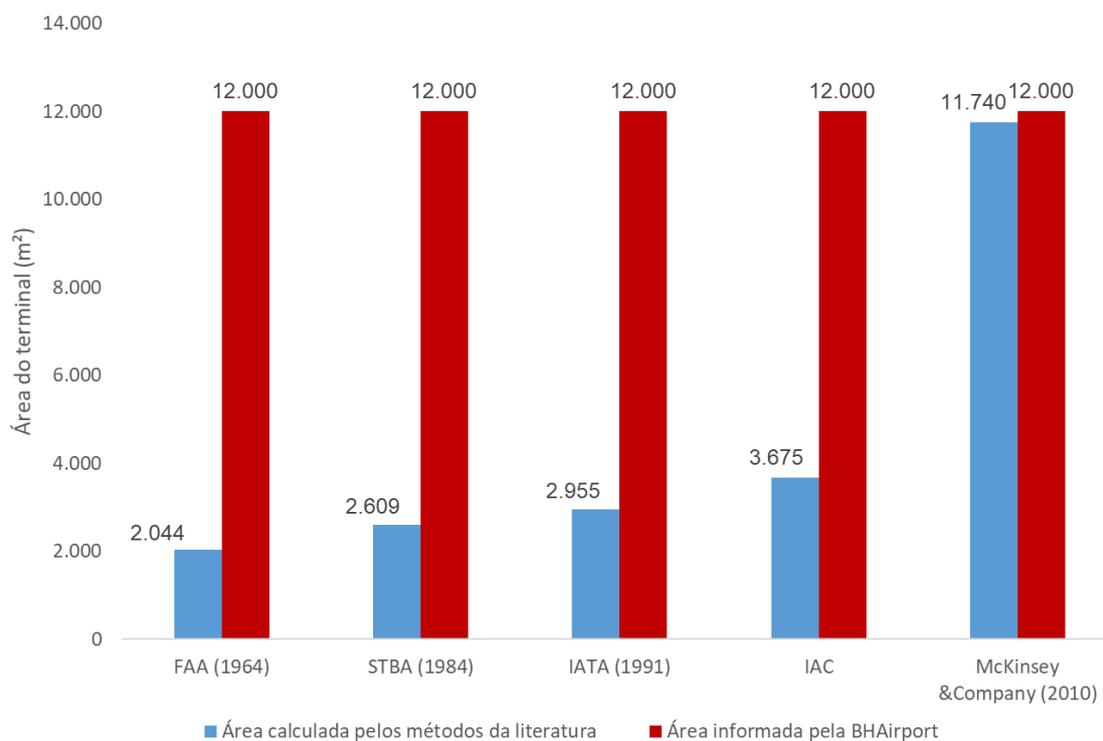
Fonte: A Autora (2020).

O valor encontrado para o dimensionamento da área do terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves, com base na capacidade estimada de 30.000 toneladas/ano, é de 1.480m<sup>2</sup>, acrescentado de 8.340m<sup>2</sup> dos componentes, sendo 9.820 m<sup>2</sup> a área do terminal de cargas de importação, somado ainda, aos 1.920m<sup>2</sup> do terminal de exportação. Ou seja, a área calculada total do TECA da BHAirport foi equivalente a 11.740 m<sup>2</sup>. Esse valor se aproxima do número disponibilizado pela BHAirport para a área total do cargo center. Portanto, a área atual do terminal encontra-se dentro das expectativas e atende à capacidade estimada. Logo, se a demanda dos próximos anos seguir a mesma tendência dos anos anteriores, o Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves terá uma capacidade suficiente para realizar a movimentação das cargas.

## **5.2 Resumo dos métodos**

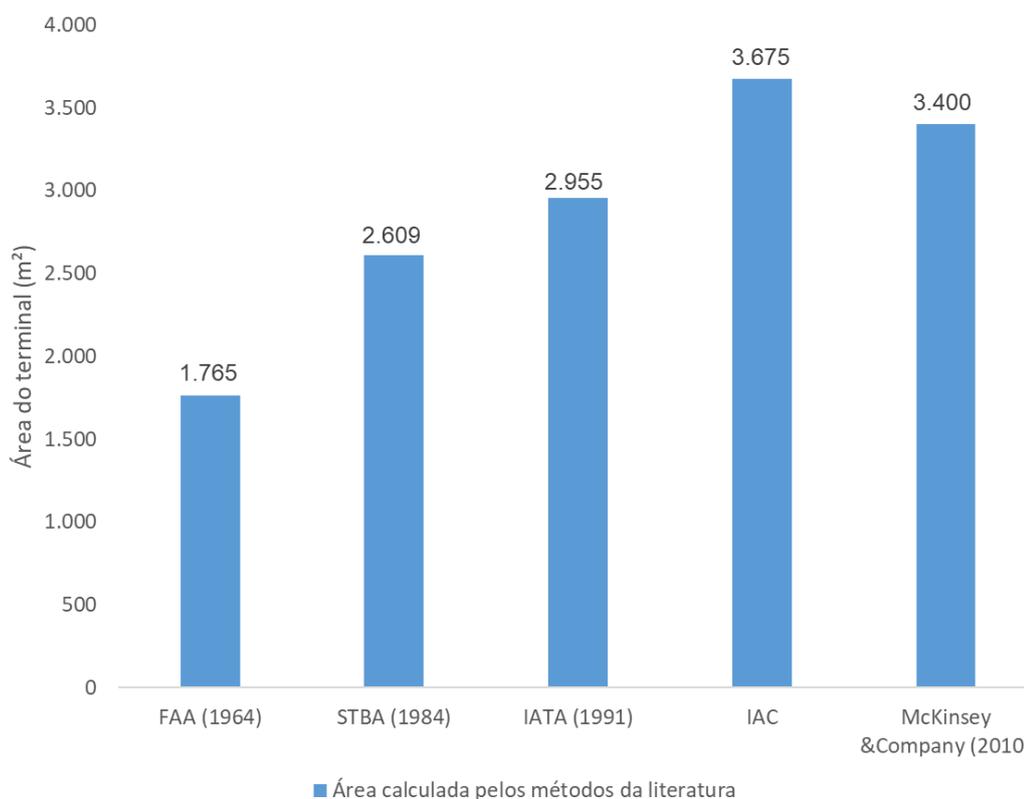
O Gráfico 15 apresenta o resumo das áreas obtidas pelos métodos apresentados no capítulo 4. O método McKinsey&Company se aproxima da área operacional declarada pelo terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins – Tancredo Neves, pois esse método é o único que apresenta cálculos para os componentes do terminal. Portanto, o valor obtido de 11.740 m<sup>2</sup> inclui as áreas destinadas à armazenagem de cargas especiais, atracação-desembarço, doca, conferência fiscal, carga courier, carga em trânsito, administração e outros escritórios. Esse cálculo, torna o dimensionamento mais preciso, comparado com os outros métodos que dimensionam a área do aeroporto de forma global.

Os resultados obtidos pelos métodos aplicados indicam que a área necessária para atender a demanda anual do Aeroporto de Confins é inferior a área declarada de 12.000m<sup>2</sup>. Portanto, consideramos que a capacidade estimada em 30.000 toneladas por ano, está subdimensionada, tendo como base a real infraestrutura existente no TECA da BHAirport. Então, a área operacional atual do terminal é suficiente para atender a demanda estimada.

**Gráfico 15 – Comparação dos métodos de dimensionamento da área operacional**

**Fonte: A Autora (2020).**

O Gráfico 16 apresenta a comparação das áreas operacionais, obtidas através dos métodos de dimensionamento, considerando apenas a área de processamento de carga dos terminais. Para tanto, foram excluídas as áreas dos componentes obtidas pelo método McKinsey&Company equivalente a 8.340m<sup>2</sup>. No caso do método FAA, o valor de 279 m<sup>2</sup> relativo à área administrativa foi desconsiderada a título de comparação.

**Gráfico 16 – Área dos terminais considerando apenas área de processamento**

**Fonte: A Autora (2020).**

Comparando-se os resultados, nota-se que a maior variação ocorreu entre os métodos do IAC e da FAA, com mais de 50% de diferença entre as áreas calculadas por meio desses métodos. Tendo em vista que o método FAA é o mais antigo (1964) justifica-se a diferença dos resultados, tendo em vista que podem ter ocorrido melhorias no dimensionamento e no desempenho operacional ao longo dos anos, de forma a tornar os cálculos mais precisos. O método do IAC e da McKinsey&Company ficaram próximos no cálculo da área operacional, embora o primeiro método calcule a área global do terminal, considerando a tonelage anual prevista. Já o segundo método, calcula a área separadamente para o terminal de exportação e importação, o que pode tornar o dimensionamento mais próximo da área real.

Os valores encontrados no estudo de caso do Aeroporto de Belo Horizonte convergem para os valores obtidos na tese de Magalhães (1998), que utilizou os métodos FAA (1964), STBA (1984) e IATA (1991) para dimensionar as áreas dos aeroportos de São Paulo e do Rio de Janeiro. A Tabela 8 mostra os resultados obtidos na dissertação de Magalhães (1998), considerando a movimentação de carga equivalente a 201.720

toneladas anuais para o aeroporto de São Paulo e 50.162 toneladas por ano para o terminal de importação do aeroporto do Rio de Janeiro.

**Tabela 8 – Resumo dos resultados encontrados em Magalhães (1998)**

Origem dos Critérios	AISP	AIRJ
IATA	19.714 m <sup>2</sup>	5.126 m <sup>2</sup>
STBA	10.086 m <sup>2</sup> a 67.240 m <sup>2</sup>	2.508 a 16.721 m <sup>2</sup>
FAA	não aplicável	1.632m <sup>2</sup> a 8.131 m <sup>2</sup>

Terminal de cargas	Qtde de carga (ton/ano) - AISP	Qtde de carga (ton/ano) - AIRJ
imp	104.720	50.162
exp	97.000	
Total	201.720	50.162

**Fonte: Magalhães (1998)**

Diferente da forma de aplicação utilizada nesse estudo, que considerou os valores médios dos índices gerais, Magalhães (1998) utilizou os valores máximos e mínimos do modelo STBA, que varia de 3t/ano/m<sup>2</sup> a 20t/ano/m<sup>2</sup>. Caso fosse utilizado o valor médio, o aeroporto de São Paulo demandaria uma área de 38.663 m<sup>2</sup> para atender a demanda anual de 201.720 toneladas. Já o aeroporto do Rio de Janeiro, teria uma área operacional de 9.614 m<sup>2</sup> para a demanda de 50.162 toneladas/ano, considerando apenas o terminal de Importação. Portanto, esses valores, dadas as devidas proporções de demanda anual, convergem com o estudo realizado para o Aeroporto Internacional de Belo Horizonte.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho traz uma análise do contexto da carga aérea no Brasil, os fatores que interferem no espaço físico de um terminal de cargas, bem como, sobre como é efetuado o processamento da carga no terminal. Ainda, fica evidente o *déficit* de trabalhos acadêmicos recentes na área de transporte de cargas aéreas.

Após utilizar a metodologia para dimensionamento de terminal de cargas aéreas é necessário deixar evidente que os métodos aplicados neste estudo sobre a capacidade do TECA da BHAirport consistem em ferramentas que auxiliam na gestão dos aeroportos, mas que apresentam limitações, e, embora auxiliem na identificação dos gargalos do processo, não identificam exatamente os problemas no processo. Há diversos tipos de volumes e diversas posições de armazenagem que podem ampliar ou reduzir a capacidade do terminal. Além disso, o tempo de armazenagem, quando reduzido pode trazer um ganho significativo na capacidade do Cargo Center.

Para futuros trabalhos, recomenda-se o uso dos métodos aplicados para o Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de Belo Horizonte – Confins - Tancredo Neves, em outros aeroportos do Brasil. Ainda, seria interessante analisar o nível de serviço ao qual se encontram esses terminais. Outra sugestão a ser desenvolvida é o estudo quanto a alteração do espaço físico do terminal de cargas, ampliação da infraestrutura, redução do tempo de armazenagem, entre outras medidas que aumentarão a sua capacidade. Recomenda-se, também, a utilização de *softwares* de simulação para realizar a modelagem dos processos envolvidos no terminal de cargas.

## REFERÊNCIAS

- Agência Brasil*. (23 de Maio de 2020). Acesso em 30 de Setembro de 2020, disponível em <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-05/com-pandemia-transporte-aereo-de-cargas-cai-mais-que-metade#:~:text=A%20crise%20gerada%20pela%20pandemia,mercado%20do%20transporte%20de%20cargas.&text=O%20transporte%20a%C3%A9reo%20concentra%2C%20e>
- ANAC. (2013). *Estudo sobre Transporte Aéreo Internacional*. Acesso em 14 de Junho de 2019, disponível em [https://www.anac.gov.br/A\\_Anac/internacional/publicacoes/b-estudos/nt-transporte-carga.pdf](https://www.anac.gov.br/A_Anac/internacional/publicacoes/b-estudos/nt-transporte-carga.pdf)
- ANAC. (17 de Abril de 2020). Acesso em 30 de Setembro de 2020, disponível em <https://www.anac.gov.br>
- Ashford, N., Stanton, H. P., & Moore, C. A. (s.d.). Airport operations. *John Willey, 1984*.
- Ashford, N.; Wright, P. H. (1992). Airport Engineering. John Wiley & Sons, Inc. EUA.
- Ballis, A. (2007). Overview of Air Cargo Terminal. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*.
- Barcelos, A. M. (2018). Indicadores de desempenho dos serviços aeroportuários brasileiros - período 2013 a 2016. *Dissertação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*.
- BHAirport. (2020). Fonte: BHAirport: <https://site.bh-airport.com.br/SitePages/pt/logisticas/infra.aspx>
- Boeing. (2018). *WORLD AIR CARGO*. (Boeing Commercial Airplanes ) Acesso em 13 de Junho de 2019, disponível em [https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/about-our-market/cargo-market-detail-wacf/download-report/assets/pdfs/2018\\_WACF.pdf](https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/about-our-market/cargo-market-detail-wacf/download-report/assets/pdfs/2018_WACF.pdf)

- Boxnick, S., Lauck, S., & Weber, J. (2014, November). A data mining approach to support a data-driven scheduling system for air cargo terminals. In Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering (pp. 1-8). IEEE. (s.d.).
- Brandt, F., & Nickel, S. (2019). The air cargo load planning problem-a consolidated problem definition and literature review on related problems. *European Journal of Operational Research*, 275(2), 399-410. (s.d.).
- BRASIL (1972). Congresso Nacional. Lei n. 5.862, de 12 de dezembro de 1972. Autoriza o Poder Executivo a constituir a empresa pública denominada Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária - INFRAERO, e dá outras providências. (s.d.). Acesso em 24 de Out. de 2020, disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1970-1979/l5862.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/l5862.htm)*
- BRASIL (2005). Congresso Nacional. Lei n. 11.182, de 27 de setembro de 2005. Cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm). (s.d.). Acesso em 24 de Out. de 2020*
- BRASIL (2020). PRESIDENTE DA REPÚBLICA. Lei n. 10.282, de 20 de março de 2020. Regulamenta a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020, para definir os serviços públicos e as atividades essenciais. (s.d.). Acesso em 24 de Out. de 2020, disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10282.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10282.htm)*
- Chan, B.K.P., Lau, H.Y.K., Chan, S.K.K. (2008). Simulation study of an automated air cargo terminal. (s.d.).
- Chen, C. H., & Chou, S. Y. (2006). A BSC Framework for Air Cargo Terminal Design: Procedure and Case Study. 22(1). Acesso em 13 de Junho de 2019, disponível em Boeing: [https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/about-our-market/cargo-market-detail-wacf/download-report/assets/pdfs/2018\\_WACF.pdf](https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/about-our-market/cargo-market-detail-wacf/download-report/assets/pdfs/2018_WACF.pdf)

- Chen, C.-H., Chou, S.-Y. (2005) A quality function deployment framework for air cargo terminal service design: A case study. (s.d.).
- CNT. (2013). *Pesquisa Rodoviária – Relatório Gerencial*. (Brasília: Confederação Nacional do Transporte) Acesso em 16 de Junho de 2019, disponível em [www.cnt.gov.br](http://www.cnt.gov.br)
- Colavite, A. S., & Konishi, F. (2015). *A matriz do transporte no Brasil: uma análise comparativa para a competitividade*. Acesso em 14 de Junho de 2019, disponível em Associação Educacional Dom Bosco: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/802267.pdf>
- Diário do Comércio*. (04 de Setembro de 2019). Acesso em 28 de Setembro de 2020, disponível em <https://diariodocomercio.com.br/especial/transporte-aereo-de-cargas-tem-forte-expansao-em-minas-gerais/>
- Estado de Minas*. (22 de Maio de 2020). Acesso em 28 de Setembro de 2020, disponível em [https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2020/05/22/internas\\_economia,1149726/aeroporto-industrial-de-bh-pode-marcas-comeco-da-retomada-economica.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2020/05/22/internas_economia,1149726/aeroporto-industrial-de-bh-pode-marcas-comeco-da-retomada-economica.shtml)
- FAA. (1964). Airport Cargo Facilities. AC 150/ 5360-2, Federal Aviation Agency, Washington, D.C. (EUA).
- Feng, B., Li, Y., & Shen, Z. J. M. (2015). Air cargo operations: Literature review and comparison with practices. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 56, 263-280. (s.d.).
- Freitas, J. M. (2016). Desempenho operacional dos aeroportos brasileiros relativo ao movimento de cargas: um estudo exploratório. *Trabalho de Graduação*. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica.
- GruAirport Cargo*. (s.d.). Acesso em 15 de Agosto de 2020, disponível em <http://www.grucargo.com.br/terminal-de-cargas.aspx15>

- Guarulhos Hoje*. (2019). Acesso em 19 de mar de 2019, disponível em <https://www.guarulhoshoje.com.br/2019/03/19/terminal-de-cargas-de-gru-airport-atinge-42-de-movimentacao/>
- Guia Infraero Cargo*, 3ª edição. (2012). (Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária) Acesso em 16 de Junho de 2019, disponível em Infraero Cargo: <https://www4.infraero.gov.br/media/674358/guia-cargo-3%C2%AA-edicao.pdf>
- Han, T. C., Chung, C. C., & Liang, G. S. (2006). Application of fuzzy critical path method to airport's cargo ground operation systems. *Journal of Marine Science and Technology*, 14(3), 139-146. (s.d.).
- Han, T.-C., Chung, C. C., & Liang, G. S. (2006). Application of fuzzy critical path. *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 14, pp. 139-146.
- Huang, H. C., Lee, C., & Xu, Z. (2006). The workload balancing problem at aircargo terminals. *Or Spectrum*, 28(4), 705-727. (s.d.).
- IATA. (1991). *Airport development reference manual*. Capítulo 4. Cargo Terminals International Air Transport Association, Genebra (Suíça).
- Infraero. (2019). *Movimentação na rede teca - Infraero Cargo*. Acesso em 14 de Junho de 2019, disponível em [http://www4.infraero.gov.br/media/676981/movimento-rede-teca-janeiro\\_2019.pdf](http://www4.infraero.gov.br/media/676981/movimento-rede-teca-janeiro_2019.pdf)
- Infraero. (2019). *Sobre a Infraero*. Acesso em 16 de Junho de 2019, disponível em <https://transparencia.infraero.gov.br/sobre-a-infraero/>
- Janic, M. (2016). Analyzing, modeling, and assessing the performances of land use by airports. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(8), 683-702. (s.d.).
- Kazda, A., & Caves, R. (2009). *Airport design and operation*. 2nd ed. Elsevier.

- Lee, C., Huang, H. C., B. L., & Z. X. (2006). Development of timed Colour Petri net simulation models for air cargo terminal operations. *Computers & Industrial Engineering*, v. 51, pp. 102-110.
- Lemos, R. M. (2019). Os benefícios da concessão dos aeroportos brasileiros para a iniciativa privada. *Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade do Sul de Santa Catarina*.
- Magalhães, J. d. (1998). Um método para dimensionamento de terminais de carga aérea no Brasil. *Dissertação de mestrado*. São José dos Campos: ITA.
- Marcos, A. R. (2013). Modelo em dinâmica de sistemas para gestão da capacidade de aeroportos brasileiros. *Projeto de dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte*. Natal, Rio Grande do Norte.
- McKinsey & Company. (2010). *Estudo do setor de transporte aéreo do Brasil: relatório consolidado*. Rio de Janeiro.
- Mendes, D. S., Correia, A. R., & Tozi, L. A. (2012). Análise de alternativas para aumento da produtividade e qualidade operacional de terminais de cargas em aeroportos por meio de simulação computacional. 6.
- Meneses, L. O. (2001). Um estudo sobre as Áreas Operacionais de Terminais de Carga Area. *Tese (Mestrado em Ciência no Curso de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica)*. São José dos Campos: ITA.
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. (2011). Acesso em 23 de Setembro de 2020, disponível em <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/>
- Morrell, P. S., & Klein, T. (2018). *Moving boxes by air: the economics of international air cargo*. Routledge. (s.d.).

- Nascimento, J. D. (2014). Desestatização, infraestrutura aeroportuária e controle: Uma análise das concessões de aeroportos no Brasil à luz do princípio da eficiência. *Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.*
- Nova, L. A. (2017). Dimensionamento de terminal de carga aeroportuário com estudo de caso no aeroporto Tom Jobim.
- Oliveira, D. S. (2007). Estudo do Desempenho Operacional dos Aeroportos Brasileiros relativo ao movimento de cargas. *Tese de mestrado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos.*
- Ou, J., H. Z., & Z. L. (2007). A Simulation Study of Logistics Operations at an. *In 2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, pp. (pp. 4403-4407).
- Paiva, I. D. (2015). Concessão de aeroportos no Brasil: A transferência da gestão do aeroporto de Confins para a iniciativa privada. *Dissertação da Universidade Federal de Alfenas.*
- Peters, M., Schleicher, D., Boisvert, B., & Carr, G. (2005). Use of an Extended Terminal Area Simulation to Evaluate a Point-to-Point Concept. *In AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit* (p. 6041). (s.d.).
- Pozzi, R., Noè, C., & Rossi, T. (2018). A methodological approach to assess the content of work in air cargo operations. *International journal of operational research*, 31(2), 224-244. (s.d.).
- Santos, J. P. (2017). Concessões aeroportuárias: uma visão prospectiva pelo método Grumbach. *Dissertação da Universidade de Brasília.*
- Silveira, M. R., & Quintilhano, D. (2019). Os efeitos das concessões aeroportuárias no Brasil entre os anos de 2012 a 2018. *Geosul*, pp. v. 34, n.70, p. 87-112.
- Singh, D. P., Dalei, N. N., & Raju, T. B. (2016). Forecasting investment and capacity addition in Indian airport infrastructure: Analysis from post-privatization and

- post-economic regulation era. *Journal of Air Transport Management*, 53, 218-225. (s.d.).
- Sourek, D., Seidlova, A. (2018). *Approach to Location of Air Cargo Terminals*. University of Pardubice (Czech Republic). (s.d.).
- STBA. (1984). *Instruction Technique sur les Aerodromes Civils, Fasciculo 6, Installations Hatiments, Services Techniques des Bases Aériennes*, Paris (França).
- Sun, Y., & Schonfeld, P. M. (2017). Coordinated Airport Facility Development. *Transportation Research Record 2603*.
- Suryani, E., Chou, S. Y., & Chen, C. H. (2012). Dynamic simulation model of air cargo demand forecast and terminal. *Simulation Modelling Practice and Theory*.
- Tang, L. C., Ng, T. S., & Lam, S. W. (2010). Improving Air Cargo Service through Efficient Order Release. *In 2010 7th International Conference on Service Systems and Service Management*.
- Viracopos Cargo*. (2019). Acesso em 14 de set. de 2020, disponível em Viracopos: [https://www.viracopos.com/pt\\_br/carga/](https://www.viracopos.com/pt_br/carga/)
- Xu, D., Zhang, C. W., Miao, Z., & Cheung, R. K. (2014). A flow allocation strategy for routing over multiple flow classes with an application to air cargo terminals. *Computers & operations research*, 51, 1-10. (s.d.).
- Yang, B., & Wei-Hong, L. I. (2010, January). Capability evaluation of air cargo export handling system using Stochastic Petri Net. *In 2010 International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management (ICLSIM) (Vol. 3, pp. 1589-1593)*. IEEE. (s.d.).
- Zhang, B., Wang, L., Ye, Z., Wang, J., & Zhai, W. (2018). Evaluating the operational performance of airside and landside at Chinese airports with novel inputs. *Transportation Planning and Technology*, 41(8), 878-900. (s.d.).

## APÊNDICE A

Este apêndice traz os trabalhos encontrados por meio da revisão sistemática, em um Portfólio Bibliográfico, contendo estudos dos anos 2004 até 2019, e estão listados a seguir:

<b>Portfólio Bibliográfico</b>			
<b>Autoria</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Tipo de estudo</b>	<b>Síntese do estudo</b>
<b>Brandt, F., Nickel, S.</b>	2019	Invited Review	Este trabalho descreve os problemas de planejamento de carga operacional de transportadores de carga aérea.
<b>Zhang, B., Wang, L., Ye, Z., Wang, J., Zhai, W</b>	2018	Artigo	Desempenho operacional no lado aéreo e terrestre, com a avaliação do armazenamento de carga no lado terra.
<b>Morrell, P.S., Klein, T.</b>	2018	Livro	Guia abrangente de carga aérea, com capítulos dedicados a questões como características do mercado, regulamentação, operações de terminais aeroportuários, preços e receitas e impactos ambientais.
<b>Sourek, D., Seidlova, A</b>	2018	Conference Paper	O maior volume de transporte aéreo pertence ao transporte de passageiros, mas em muitos casos há voos, que são focados apenas no transporte de carga. Uma parte do artigo é dedicada à análise da infraestrutura aeroportuária necessária para o transporte de mercadorias por aeronaves.
<b>Pozzi, R., Noè, C., Rossi, T</b>	2018	Artigo	O trabalho visa desenvolver uma abordagem metodológica para definir o conteúdo do trabalho

			envolvido nas atividades do terminal de carga aérea e os requisitos correspondentes de mão de obra.
<b>Sun, Y., Schonfeld, P.M.</b>	2017	Artigo	Estudo de caso real que apresenta uma ferramenta computacional para auxiliar nas instalações aeroportuárias considerando a incerteza de previsão do tráfego aéreo.
<b>Janic, M.</b>	2019	Artigo	Este artigo trata da análise, modelagem e avaliação dos desempenhos físicos / espaciais, operacionais, econômicos, sociais e ambientais do uso da terra pelas áreas de aeroportos.
<b>Singh, D.P., Dalei, N.N., Raju, T.B.</b>	2016	Artigo	O objetivo deste estudo é prever o tráfego aéreo, a adição de capacidade e o investimento necessários para a expansão da capacidade no setor da aviação civil indiana nos próximos 20 anos.
<b>Feng, B., Li, Y., Shen, Z.-J.M</b>	2015	Artigo	Revisão de estudos nos quais modelos matemáticos foram usados para identificar as características essenciais das operações de carga aérea, como as diferenças intrínsecas das operações de passageiros, e para explorar os processos de serviço nas operações de carga aérea.
<b>Boxnick, S., Lauck, S., Weber, J.</b>	2014	Conference Paper	O agendamento dos processos de movimentação de carga é uma parte vital dos processos de operação, que pode ser melhorada quando os dados disponíveis e, especialmente, as informações sobre incertezas sobre processos anteriores são usadas.

---

<b>Xu, D., Zhang, C.W., Miao, Z., Cheung, R.K</b>	2014	Artigo	Neste artigo, motivado por um projeto com um dos terminais de carga aérea mais movimentados do mundo, foi investigado um problema de otimização de roteamento para múltiplas classes de fluxo com diferentes níveis de prioridade. Proposta de estratégia de roteamento de alocação de fluxo (FA) na qual quando uma remessa chega a um ponto de decisão, um conjunto de taxas de alocação será empregado para direcioná-la para a próxima localização. Estas proporções são determinadas pela resolução de um modelo matemático que considera explicitamente o efeito de congestionamento e as características da rede multi-commodity
<b>Suryani, E., Chou, S.-Y., Chen, C.-H.</b>	2012	Artigo	Este documento estabelece uma abordagem para prever a demanda de carga aérea relacionada à expansão da capacidade do terminal. Para equilibrar capacidade e demanda, é necessário prever a demanda futura com base em projeções otimistas e pessimistas para decidir quando e quanto, o aeroporto deve expandir a capacidade
<b>Tang, L.C., Ng, T.S., Lam, S.W.</b>	2010	Conference Paper	Modelagem de todo o processo de manuseio de carga aérea para que a eficiência geral possa ser aprimorada e alguns parâmetros relevantes sejam otimizados. Neste trabalho, baseado em estudo de campo empírico, um algoritmo é

---

---

			desenvolvido para balancear a carga de trabalho de modo a reduzir o congestionamento no principal terminal de carga.
<b>Bai, Y., Li, W.-H</b>	2010	Conference Paper	Tomando um terminal de carga aérea internacional chinês como objeto de pesquisa, foi analisada a capacidade do sistema. A Rede Estocástica de Petri (SPN) e a cadeia de Markov homogênea (MC) foram utilizadas na modelagem do sistema de manuseio de exportação de carga aérea para análise de desempenho
<b>Chan, B.K.P., Lau, H.Y.K., Chan, S.K.K.</b>	2008	Conference Paper	Modelagem de simulação como uma ferramenta de planejamento para a melhoria de serviços desse terminal de carga aérea automatizado de classe mundial. Um modelo de operação existente foi construído e validado.
<b>Ballis, A</b>	2007	Artigo	Método analítico que permite o dimensionamento de instalações de armazenamento com baixo esforço computacional e refere-se a abordagens de modelagem (baseadas em simulação) que podem ser usadas para uma investigação detalhada de vários aspectos do projeto do terminal de carga aérea.
<b>Ou, J., Zhou, H., Li, Z</b>	2007	Conference Paper	Um modelo de simulação é desenvolvido pelo uso do software eM-Plant <sup>TM</sup> para estudar as atividades logísticas do terminal internacional de cargas. O modelo de simulação é usado para analisar os recursos de gargalo nas

---

---

			operações de carga aérea e avaliar a eficiência da estratégia existente para alocação de recursos.
<b>Huang, H.C., Lee, C., Xu, Z.</b>	2006	Artigo	Os resultados da simulação baseados em dados de um grande aeroporto internacional mostram que os algoritmos propostos equilibram eficientemente a carga de trabalho e o tempo de serviço da carga são consistentemente reduzidos.
<b>Han, T.-C., Chung, C.-C., Liang, G.-S</b>	2006	Artigo	Método Fuzzy Critical Path (CPM) para descobrir os processos operacionais críticos do aeroporto e melhorar. O resultado deste estudo sugere que o redesenho dos processos de movimentação de carga nos aeroportos pode melhorar o desempenho do serviço de frete.
<b>Lee, C., Huang, H.C., Liu, B., Xu, Z</b>	2006	Artigo	Aplicação de modelos de simulação para operações de terminais de carga aérea. Como o volume de carga aérea está aumentando rapidamente nos últimos anos, os terminais de carga aérea que movimentam cargas para as transportadoras enfrentam desafios para otimizar suas operações.
<b>Chen, C.-H., Chou, S.-Y.</b>	2005	Conference Paper	Através das quatro perspectivas do balanced scorecard, os principais indicadores de desempenho para o terminal de carga aérea são derivados. Como o processo de planejamento da implantação de funções de qualidade serve como uma ferramenta fundamental para a

---

---

			engenharia simultânea, ele é integrado ao design de serviços para desenvolver os requisitos de projeto para o terminal de carga aérea.
<b>Peters, M.E., Schleicher, D.R., Boisvert, B., Carr, G.</b>	2005	Conference Paper	Simulação do problema de tráfego de chegada na área metropolitana de Chicago em um futuro sistema que processa o dobro do número atual de passageiros. As próximas etapas de geração de demanda de tráfego aéreo e de simulação de área de terminal estendida são detalhadas. A análise preliminar sugere o potencial significativo para futuras melhorias na capacidade de NAS a partir da implementação do conceito de PTP.
<b>Chen, C.-H.</b>	2004	Conference Paper	Identificação das variáveis que influenciam o desempenho do terminal de carga aérea. Definimos desempenho como o grau de variáveis qualitativas oferecidas aos clientes e variáveis quantitativas do ponto de vista do terminal de carga.

---

Fonte: A Autora (2019).