

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

LARA TROISE BORJA

**ESTUDO E DIMENSIONAMENTO DE UM TERMINAL DE CARGAS  
AEROVIÁRIO COM ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO DE VIRACOPOS**

PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO I

Niterói

2022

LARA TROISE BORJA

**ESTUDO E DIMENSIONAMENTO DE UM TERMINAL DE CARGAS  
AEROVIÁRIO COM ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO DE VIRACOPOS**

PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO I

Projeto de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil da  
Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para conclusão do curso.

Orientador:  
Prof.<sup>a</sup> Levi Salvi

Niterói  
2022

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE  
Gerada com informações fornecidas pelo autor

B726e Borja, LARA TROISE  
ESTUDO E DIMENSIONAMENTO DE UM TERMINAL DE CARGAS AEROVIÁRIO  
COM ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO DE VIRACOPOS / LARA TROISE  
Borja ; LEVI SALVI, orientador. Niterói, 2022.  
40 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia  
Civil)-Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia,  
Niterói, 2022.

1. Terminal de cargas. 2. Transportes. 3. Produção  
intelectual. I. SALVI, LEVI, orientador. II. Universidade  
Federal Fluminense. Escola de Engenharia. III. Título.

CDD -

LARA TROISE BORJA

**ESTUDO E DIMENSIONAMENTO DE UM TECA AEROVIÁRIO COM ESTUDO  
DE CASO NO AEROPORTO DE VIRACOPOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, como requisito parcial para conclusão do curso.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Nome Completo do Orientador (Orientador) - UFF**

---

**Prof. Nome do Membro da Banca - UFF**

---

**Prof. Nome do Membro da Banca - UFF**

Niterói  
2022

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Geysa e Jaime, que sempre se esforçaram intensamente para que eu pudesse ter todas as condições de atingir essa etapa da minha vida.

À minha avó, Maria de Lourdes, que não pode estar presente para me assistir realizando o sonho da graduação, mas que sempre estará presente comigo por todos os caminhos que eu passar.

Aos meus amigos e familiares, que me acompanharam e me apoiaram na jornada de elaboração deste trabalho.

Ao professor Dr. Levi Salvi, que me orientou e incentivou durante o processo de elaboração deste trabalho com toda a atenção e apoio.

## RESUMO

A crescente evolução do setor de transporte de cargas é vista com clareza nos últimos anos. A globalização e os serviços *just in time* fazem com que os bens de consumo sejam produzidos em todos os lugares do planeta, e a transferência destes produtos para os mais diversos lugares do mundo se torna necessária. O modal aeroviário para movimentação de cargas era comumente mais utilizado para transporte de cargas de alto valor agregado, mas devido a urgência de se cobrir longas distâncias em pouco tempo, tem sido utilizado também para outros tipos de carga. O presente trabalho busca estudar o melhor dimensionamento do Aeroporto Internacional de Viracopos para a demanda prevista para o ano de 2025, com resultados obtidos através dos materiais fornecidos pela INFRAERO e pelo Instituto de Aviação Civil.

**Palavras-chave:** Terminal de cargas. Aeroporto. Dimensionamento.

## **ABSTRACT**

The evolution of the cargo transport sector is clearly seen in recent years. Globalization and just-in-time services mean that consumer goods are produced all over the planet, and the transfer of these products to the most diverse places in the world becomes necessary. The air modal for cargo handling was commonly used to transport high value cargo, but due to the urgency of covering long distances in a short time, it has also been used for other types of cargo. The present work seeks to study the best design of Viracopos International Airport for the expected demand for 2025, with results obtained through the materials provided by INFRAERO and the Civil Aviation Institute.

**Keywords:** Cargo Terminal. Airport.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modais organizados por agilidade .....	3
Figura 2 – Evolução do transporte de cargas pagas no Brasil.....	4
Figura 3 – Fluxograma de um Terminal de Cargas .....	5
Figura 4 – Boeing 707.....	7
Figura 5 – Boeing 727.....	8
Figura 6 – Boeing 747.....	9
Figura 7 – Boeing 757.....	9
Figura 8 – Boeing 767.....	10
Figura 9 – Modais McDonnell Douglas 11.....	11
Figura 10 – Exemplo de Ashford.....	15
Figura 11 – Exemplo 2 de Ashford.....	16
Figura 12 – Método do Instituto Nacional de Aviação Civil.....	17
Figura 13 – Fluxograma de importações de acordo com Magalhães.....	18
Figura 14 – Fluxograma de exportações de acordo com Magalhães.....	19
Figura 15 – Eixos econômicos do Estado de São Paulo em função da localização de indústrias.....	22
Figura 16 – Vista aérea do Aeroporto Internacional de Viracopos.....	23
Figura 17 – Centro empresarial do Aeroporto Internacional de Viracopos.....	24
Figura 18 – Terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Viracopos.....	26



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Método de dimensionamento do IATA.....	18
Tabela 2 – Variação de movimentação de cargas e sua variação ao longo dos anos no Aeroporto Internacional de Viracopos.....	25
Tabela 3 – Distribuição do transporte de mercadorias no Brasil em %.....	26
Tabela 4 – Previsão de demanda por cenários para o Aeroporto Internacional de Viracopos.....	27
Tabela 5 – Parâmetros para cálculo da área útil.....	28
Tabela 6 – Áreas adicionais e respectivas porcentagens.....	28
Tabela 7 – Áreas adicionais e respectivas porcentagens.....	29
Tabela 8 – Áreas dos pátios.....	30
Tabela 9 – Faixa aérea cargueira e seus parâmetros.....	30
Tabela 10 – Faixa aérea cargueira e seus respectivos envelopes.....	30
Tabela 11 – Previsão de demanda para o Aeroporto Internacional de Viracopos por cenário.....	31
Tabela 12 – Previsão de demanda para estacionamento simultâneo de aeronaves cargueiras.....	31
Tabela 13 – Cálculo para o pátio de aeronaves cargueiras.....	31
Tabela 14 – Parâmetros e áreas totais para estacionamento de veículos.....	32
Tabela 15 – Comparativo de área planejada para demanda de 2025 e área atual.....	32

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização.....	2
1.2 Objetivo Geral.....	2
1.3 Justificativa.....	3
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Contexto mundial da logística.....	5
2.1.1 Contexto Histórico.....	5
2.1.2 Tipos de modais.....	6
2.2 Transporte aéreo no Brasil.....	7
2.3 O Terminal de Carga Aérea.....	8
2.3.1 Aeroportos.....	9
2.4 Tipos de aeronaves.....	9
2.4.1 Boeing 707.....	9
2.4.2 Boeing 727.....	10
2.4.3 Boeing 747.....	11
2.4.4 Boeing 757.....	12
2.4.5 Boeing 767.....	13
2.4.6 McDonnell Douglas 11.....	13
2.5 Tipos de cargas.....	14
2.5.1 Cargas Secas.....	14
2.5.2 Cargas Frigoríficas.....	15
2.5.3 Cargas Perigosas.....	15
2.5.4 Cargas de Alto Valor Agregado.....	16
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>17</b>
3.1 Critérios para dimensionamento para terminais de carga aérea.....	17
3.1.1 Método de Services Techniques des Bases Aériennes (STBA).....	17
3.1.2 Método de Ashford.....	17
3.1.3 Método do Instituto de Aviação Civil.....	19
3.1.4 Método de IATA.....	20
3.1.5 Método de Magalhães.....	21
3.1.5.1 Fluxo de importação.....	21
3.1.5.2 Fluxo de exportação.....	22
3.2 Critério de dimensionamento para terminais de carga aérea - INFRAERO.....	22

<b>4.</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>24</b>
4.1	<i>Overview</i> da Região Metropolitana de Campinas.....	24
4.2	Histórico e infraestrutura do Aeroporto Internacional de Viracopos.....	25
4.3	Dimensionamento do Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de Viracopos com previsão para 2025.....	28
4.3.1	Terminal de Importação.....	29
4.3.2	Terminal de Exportação.....	31
4.3.3	Pátios Lado Ar e Lado Terra.....	32
4.3.4	Pátio de Aeronave Cargueira.....	33
4.3.5	Áreas Complementares.....	34
4.3.6	Terminal de Carga Doméstica.....	35
4.3.7	Área Total.....	35
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>37</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como foco principal desenvolver o dimensionamento do terminal de cargas do aeroporto de Campinas/Viracopos de acordo com o critério estabelecido pela Infraero. Na última década, o crescimento dessa modalidade de transporte é gradual e constante, gerando um aumento de 60% entre 2009 e 2018, em que o aeroporto de Viracopos tem papel fundamental, representando cerca de 37% do valor dos embarques aéreos de importação do Brasil e 33% do peso de toda a carga importada no país no ano de 2019.

De acordo com Nazário (FLEURY, 1999), o transporte representa cerca de 60% das despesas logísticas na média. O custo fixo dos modais aeroviários são maiores do que em outras modalidades de transporte (rodoviária, ferroviária, etc.), sendo assim é comum que os produtos e bens transportados por essa modalidade tenham um alto valor agregado. Por outro lado, o deslocamento porta a porta é bastante reduzido, o que é interessante para transporte de produtos que envolvem grandes distâncias. Os terminais de carga brasileiros são alvo de investimentos e melhorias nos processos operacionais, visando sempre a redução de custos e buscando atender a legislação proposta pela INFRAERO.

Discutir sobre o dimensionamento de um Terminal de Cargas no aeroporto de Campinas/Viracopos justifica-se pela relevância econômica que o transporte de cargas pela via aérea vem recebendo nos últimos anos, com o aeroporto em questão sendo o maior do Brasil na modalidade. Produtos de setores como tecnologia, farmacêutico, perecíveis, entre outros, vem ganhando cada vez mais *market share* quando pensamos em logística de encomendas. Assim, o presente trabalho partiu da necessidade do correto dimensionamento dos terminais para que essa demanda possa ser atendida, uma vez que é previsto pelos fabricantes de aeronaves que o crescimento do setor de cargas aéreas no mundo triplicará nos próximos 20 anos.

O presente estudo consiste em pesquisa aplicada de caráter descritivo e os resultados serão apresentados de forma qualitativa, a partir da coleta de informações de fontes secundárias. Como fontes de pesquisa, a fim de colher o referencial teórico, serão utilizados livros, artigos e sites relacionados ao tema.

## 1.1. Contextualização

Entre as décadas de 1920 e 1960, a economia brasileira se diversificou e teve um crescimento considerável, não sendo diferente com empresas do setor aéreo. Foi a partir da década de 1960 que a crise começou a afetar as mesmas, com as pressões feitas pelos empresários sendo atendidas pelo governo somente a partir de 1968 (CUSTÓDIO; BIELSCHOWSKY, 2011). O aumento da demanda em conjunto com uma regulação de mercado e impostos garantiam a rentabilidade das empresas do setor, que se manteve em tendência de crescimento até a década de 80.

O endividamento das empresas acelerado pelo clima de euforia das décadas anteriores se tornou insustentável, associado aos elevados custos operacionais e ao controle de preços, acabou por levar a um desequilíbrio econômico-financeiro para todo o setor, aliado ao aumento do preço do barril de petróleo e desvalorizações cambiais. A regulação restrita que existia passa a ser questionada, e segundo Oliveira (OLIVEIRA, 2006), a instauração do controle de tarifas feita com o objetivo de conter a crise inflacionária que se desenrolava no Brasil nos anos 80 acarretou grandes prejuízos para o setor aéreo brasileiro entre os anos de 1986 e 1992.

A elaboração do Plano Real, consolidado em 1994 com a nova moeda, deu início a um período de reerguimento da política econômica brasileira, concomitantemente com as três rodadas de desregulamentação do setor aéreo que se iniciou em 1992 e teve fim somente em 2002.

A modalidade de transporte de cargas aeroviário tem papel relevante no setor de transporte aéreo. De acordo com a Boeing (THE BOEING COMPANY, 2008), é previsto um crescimento de 50% na frota mundial de cargueiros até o ano de 2027, sendo que 35% da composição será com aeronaves *payload*, ou seja, com mais de 80 toneladas.

## 1.2. Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo analisar o atual dimensionamento do terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Viracopos para o ano de 2025, atualizando desde o potencial de crescimento do mercado de transporte de cargas por modal aeroviário até a estrutura física disponível para a demanda prevista pela Demanda Detalhada fornecida pelo Instituto de Aviação Civil (INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL, 2005).

O dimensionamento adequado de acordo com a demanda prevista é feito por meio do Manual de Capacidade de Cargas (INFRAERO, 2006), são calculados os índices necessários para os terminais de importação e exportação, terminal doméstico, pátios de aeronaves e outras áreas complementares.

### 1.3. Justificativa

Atualmente, com o processo de globalização acelerado que vivemos, as categorias de cargas transportadas via modal aeroviário estão em constante inovação. Somado a isso, o incremento de volume que vêm crescendo ano após ano (THE BOEING COMPANY, 2008) nas últimas décadas faz com que o ciclo de melhoria contínua nos ramais de carga se torne imprescindível para a eficiência das cadeias logísticas, uma vez que o entendimento do funcionamento do mercado de transporte de carga aérea e suas especificidades é cada vez mais necessário para o planejamento e gerenciamento de cadeias logísticas nas mais diversas áreas de atuação, desde cargas mais simples até cargas vivas.

Por meio dos Terminais de Carga Aérea (TECA) instalados em aeroportos, serviços logísticos orientados por tecnologia de informação permitem intenso intercâmbio eletrônico de dados e garantem acurácia das informações sobre toda a circulação de mercadorias como recebimento, classificação, documentação, armazenamento, despacho e distribuição por meio de contêineres ou pallets (VILLAS BOAS; CAPP, 2011). Os serviços logísticos de alta velocidade como o modal aeroviário são benéficos também para a economia mundial pois aceleram a obsolescência tecnológica das mercadorias, uma vez que são intensificadores da troca comercial internacional. Além disso, a sinergia com a estrutura aeroportuária de transporte de pessoas faz com que o acesso a outros modais – no Brasil, destaque para o setor rodoviário - seja facilitado e haja também diminuição de custos fixos, uma vez que não é uma estrutura inteiramente dedicada ao transporte de cargas, mas também ao de pessoas. A economia moderna é caracterizada por redes de inovação, produção e comercialização, sendo acelerada pela globalização e mercado mundial de capitais.

A infraestrutura aeroportuária brasileira é composta por mais de 2.000 aeródromos e mais de 30 terminais de carga aérea distribuídos pelos principais aeroportos do país. Grande parte desses aeroportos é controlado pela INFRAERO, que detém mais de 97% da movimentação de passageiros e 99% da movimentação de cargas (VILLAS BOAS; CAPP, 2011).

O terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Viracopos, controlado pela INFRAERO, é hoje a maior porta de entrada quando falamos de entrada de bens e produtos no Brasil via modal aéreo, demanda essa que deve aumentar cada vez mais, pois, está previsto que esse aeroporto assumira o papel de centro cargueiro da América Latina ao longo do século XXI (EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA, 2007). Com localização estratégica, atende uma demanda de mais de 430 municípios do Brasil, contando também com destinos internacionais em todos os continentes do mundo ao longo do planejamento semanal.

Além do impulso que o Aeroporto Internacional de Viracopos (AIVC) causa na economia brasileira como um todo, destaca-se o impacto na região metropolitana de Campinas, uma vez que, se tornando o maior centro cargueiro da América Latina, o aumento dos serviços de logística industrial crescem e aceleram a economia da região com geração de empregos e movimentação de pessoas.

Pelo crescimento planejado descrito acima para o cenário da movimentação de cargas no Aeroporto Internacional de Viracopos, este foi escolhido como estudo de caso do presente trabalho.



## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Contexto Mundial da Logística

#### 2.1.1. Contexto histórico

A Logística está presente no cotidiano do homem há muito tempo, no início somente devido a necessidade de transportar algo de um lugar para o outro, mas foi se aperfeiçoando ao longo do tempo para hoje ocupar um papel importante na economia mundial. Razzolini Filho afirma:

Não sabemos exatamente quando o homem começou a transportar coisas, uma vez que a arqueologia não consegue determinar com precisão quando foi que o homem criou o primeiro equipamento (ou dispositivo) de transporte. Porém, temos certeza de que foi no momento em que o homem deixou de ser nômade para fixar-se em algum lugar que surgiu a necessidade de buscar coisas em outros lugares e, também, de levar para esses ambientes aquilo que ele poderia trocar com outros indivíduos. Na verdade, à medida que o ser humano foi se tornando agrário, dominando os recursos da natureza, iniciou-se um processo de desenvolvimento que demandou o transporte de bens de um lugar para outro, a fim de que se realizassem processos de trocas. (RAZZOLINI FILHO, 2009)

Ao fazer um contexto histórico da evolução da logística, destacam-se algumas épocas históricas, por exemplo o pós-industrialismo dos anos 60. A estratégia de comércio internacional da época já tinha no horizonte o desmembramento do *status quo* relacionado a consumo e transporte de cargas, principalmente devido ao papel que as novas multinacionais que estavam surgindo prestavam, questionando a produção e envio de mercadorias para diferentes pontos do mundo. Ao se falar da Europa, a queda do muro de Berlim, em 1989, foi um marco de novas transações comerciais e logísticas, aquecendo o mercado europeu e tornando a logística o critério de desempate no custo final das mercadorias transportadas por toda a Europa e, posteriormente, para os outros continentes do mundo.

Hoje em dia, a palavra de ordem relacionada a Logística é integração. O conceito de Logística Integrada nasceu nos anos 80, sendo posteriormente impulsionada pela revolução da tecnologia de informação. A integração entre as cadeias de suprimentos fez nascer o conceito de SCM - Supply Chain Management, o que representou grande avanço nas interações logísticas, que passaram a ser protagonistas em questões de custo e por consequência diferenciais para a competitividade no mercado empresarial de transporte de cargas. O transporte de cargas via modal aeroviário, no entanto, foi se desenvolver mais tardiamente comparado aos modais terrestres e marítimos, por exemplo. No entanto, hoje é considerado um modelo de transporte de mercadorias mais rápido e inovador.

Ballou (BALLOU, 2001) exemplifica de forma clara a importância da logística integrada:

A tendência rumo para uma economia mundialmente integrada. Empresas estão buscando, ou têm desenvolvido estratégias globais nas quais os seus produtos são projetados para o mercado mundial e produzidos onde os baixos custos de matéria-prima, componentes e mão-de-obra possam ser

controlados ou, simplesmente, a produção local é mantida e vendida para o mercado internacional. (2001, p. 26)

Além da definição de SCM, Ballou (BALLOU, 2001) também destaca os números relacionados a economia, afirmando que, de acordo com o Fundo Monetário Internacional (FMI), o custo da logística representa, em média, 12% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial e que, baseado em estudos daquele mesmo fundo, os da cadeia de suprimentos significam 10,5% do PIB, ou US\$ 1.126 trilhão, sendo, no universo das empresas (micro, pequena, média e grande) estabelecidas no Planeta, de 4% a 30% do valor das vendas. Esses números exemplificam a importância da logística de suprimentos para toda a sociedade.

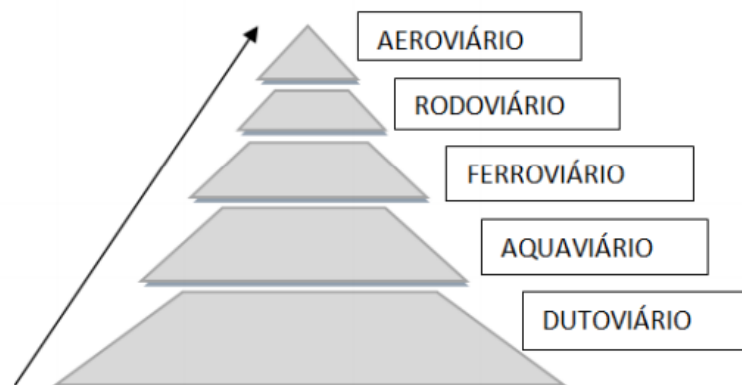
### 2.1.2. Tipos de modais

Existem majoritariamente cinco tipos diferentes de modais relacionados à transportes de cargas: dutoviário, aquaviário, ferroviário, rodoviário e aeroviário. É papel do engenheiro decidir qual modal é o mais adequado para a atividade que está sendo prestada, já que eles diferem entre si em questão de custo, tempo de atendimento e velocidade, condições de transporte. Ainda de acordo com Razzolini Filho:

A velocidade do modal de transporte está relacionada ao tempo disponível para a realização da entrega dos bens nos prazos combinados e à distância pela qual esses bens serão transportados. (RAZZOLINI FILHO, 2009)

Sendo assim, o modal aeroviário por exemplo se destaca nesse quesito por ter mais agilidade (figura 01), sendo indicado por exemplo para transporte de cargas perecíveis e produtos de alto valor agregado. O tempo de carga e descarga nos aeroportos, no entanto, é relativamente longo, então é indicado que o transporte feito por esse modal seja de longa distância.

**Figura 1** – Modais organizados por agilidade



Fonte: (BALLOU, 2001)

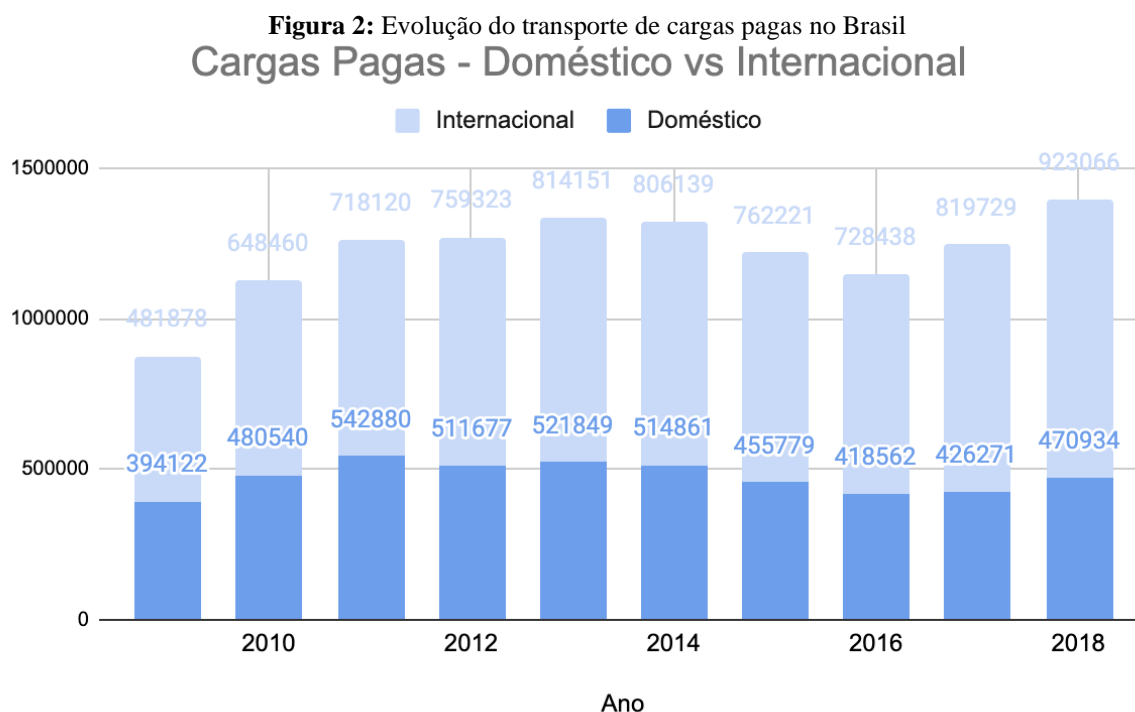
Em relação aos outros modais de transporte, eles têm características diferentes e por isso é tão importante o papel do engenheiro na logística de cargas. O modal dutoviário, por

exemplo, é muito confiável pois funciona o tempo todo independente das condições climáticas, premissa que já impacta bastante o modal aeroviário, por exemplo. O modal rodoviário é o que apresenta maior disponibilidade, pois é calculado de acordo com o número de frotas disponíveis para transporte. Já o modal ferroviário é o melhor em relação à capacidade, pois pode-se tanto adicionar quanto diminuir vagões, sendo flexível com relação a capacidade e ao mesmo tempo produtivo.

## 2.2. Transporte aéreo no Brasil

O transporte de cargas pagas via setor aeroviário no Brasil tem crescido bastante nos últimos anos, gerando um aumento de 60% entre 2009 e 2018 (AB LOGÍSTICA, 2020), conforme já mencionado anteriormente. Por definição, quaisquer bens, expressos em quilograma, que tenham sido transportados em aeronaves e gerado despesas diretas ou indiretas são considerados cargas pagas. Importante ressaltar que não corresponde, por exemplo, a correios e bagagens, mas sim a uma modalidade logística que utiliza o modal aéreo.

Abordando o setor doméstico e internacional, de acordo com o relatório anual da ANAC (AB LOGÍSTICA, 2020) vemos uma estabilidade no setor doméstico de transporte de cargas pagas e evolução e crescimento no setor internacional, principalmente nos anos de 2016 a 2018, onde houve um aumento constante originada do setor internacional e o setor doméstico se mantendo estável (figura 02).



Fonte: elaborada pela autora com dados do relatório anual da ANAC

Não somente no peso das cargas pagas, mas também pode-se entender a evolução do setor de logística aeroviário pelo número de empresas prestadoras desse serviço. Entre os anos de 2009 e 2018, houve um aumento de 173,8% de empresas brasileiras que prestam o serviço

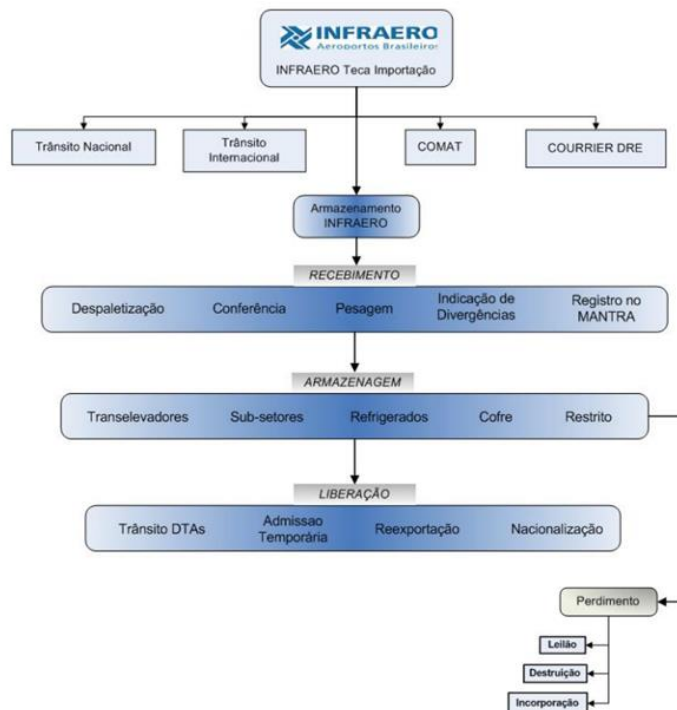
de transporte de cargas, comparando com o mercado internacional, o aumento foi de apenas 72% (AB LOGÍSTICA, 2020). De acordo com uma pesquisa realizada pela Globe Newswire, a previsão é de que o setor aéreo siga em expansão até o ano de 2025, principalmente pelas recentes tendências de crescimento do setor de comércio eletrônico e de itens valiosos. (AB LOGÍSTICA, 2020)

Ao falar dos parceiros comerciais do Brasil no segmento, a América do Norte é o continente com maior volume de cargas pagas, com 329.425 toneladas. Seguidas por Europa, com 294.576; América do Sul, com 132.598; Ásia, com 23.398; África, com 16.908; e América Central, com 2.357. O Estados Unidos é o maior parceiro comercial ao pensar em países, seguido por Alemanha, Portugal e Chile. (AB LOGÍSTICA, 2020)

### 2.3. O Terminal de Carga Aérea

O terminal de carga aérea (TECA) é a instalação no aeroporto responsável pelo recebimento e envio das cargas pagas. De acordo com (ASHFORD; MOORE, 1992) suas principais funções são: recebimento, conversão, classificação, armazenamento, despacho e documentação da carga. O terminal de carga aérea deve ser considerado como um facilitador e processador endereçado para atender as demandas dos movimentos de cargas nos fluxos de importação, exportação e de trânsito. A figura abaixo resume a maioria dos procedimentos que são executados por um TECA (figura 03).

**Figura 3:** fluxograma de um Terminal de Cargas



Fonte: (INFRAERO, 2012)

### 2.3.1. Aeroportos

Por definição, aeroporto é todo aeródromo público dotado de instalações e facilidades para apoio de operações de aeronaves, embarque e desembarque de pessoas e cargas. Segundo Palhares e Espírito Santo (LOHMANN PALHARES; ANTÔNIO DO ESPÍRITO SANTO JR, 2001), não se pode apenas enxergar os aeroportos como pontos de entrada e saída de passageiros ou mercadorias. Eles são infraestruturas que oferecem acessibilidade entre as sociedades mundiais, e possuem grande importância no desenvolvimento das economias.

A abertura da economia brasileira nos anos 90 promoveu o crescimento das importações, o que ocasionou também a construção de novos aeroportos cargueiros. Atualmente, o Brasil conta com 15 Terminais de Carga espalhados por todo o território nacional e administrados pela INFRAERO. É de suma importância que os TECAs estejam dimensionados de forma adequada e eficiente para execução de suas atividades. Segundo Keedi:

O transporte aéreo utiliza-se de estruturas aeroportuárias para ser realizado, e estas precisam estar adequadas às suas operações, o que quer dizer aparelhados para receber aeronaves para carga e descarga. Dessa estrutura fazem parte também os terminais alfandegados para carga (TECA), separados em armazéns para mercadorias de importação e de exportação, e disponíveis para a guarda das cargas de importadores e exportadores. (KEEDI, 2006)

A infraestrutura aeroportuária influencia diversos tipos de indicadores que podem resultar em ganho de custo no final, por exemplo o transit time. Esse tipo de diferencial competitivo dentro de um mundo globalizado e adaptado ao conceito de *just in time* se torna uma vantagem competitiva, o terminal de cargas precisa não só ser eficiente na operação aérea, mas também e principalmente na operação de solo, onde há oportunidade de vantagens competitivas que no final resultam em ganho de custo.

## 2.4. Tipos de Aeronaves

Como falado anteriormente, o transporte aéreo de mercadorias é uma modalidade com alto custo para os *stakeholders* envolvidos. Por isso, escolhas como o tipo de equipamento a ser utilizado desde o as empilhadeiras disponíveis até a aeronave são de grande importância. Foram consideradas para esse estudo as aeronaves que compõem as frotas mercantes mais comuns hoje para transporte de cargas no território brasileiro, bem como também foram consideradas sua presença no território nacional e continuidade para os próximos anos - aeronaves em *phase-out* foram excluídas da análise.

### 2.4.1. Boeing 707

Nascido em 1950, o Boeing 707 (figura 04) chegou no Brasil - especificamente no Rio de Janeiro - no ano de 1960, por intermédio da antiga companhia aérea VARIG, grande empresa nacional brasileira que estava vivendo a onda das grandes inovações tecnológicas em transporte

aéreo que aconteceram na década de 50, onde a velocidade operacional média das frotas aumentou e, conseqüentemente, também a produtividade das mesmas.

O modelo original sofreu diversas alterações para ser competitivo no mercado, entre elas o aumento da largura de fuselagem e variações técnicas para tornar o motor cada vez mais potente. As mudanças tornaram o modelo mais competitivo e viável economicamente, possibilitando as rotas transatlânticas, por exemplo. O modelo adaptado 707-320C foi o primeiro a apresentar uma porta lateral de cargas que o tornou híbrido: *full-pax* ou *full-cargo*.

**Figura 4:** Boeing 707



Fonte: (BOEING, [s.d.])

#### 2.4.2. Boeing 727

Seguindo a linha do tempo, entre os anos de 1962 e 1984 o Boeing 727 (figura 05) foi produzido e inspirado em diversas especificações técnicas e aprendizados do Boeing 707: o diâmetro de fuselagem, sistemas *flaps* e *slaps*, desenho de asa melhorado, entre outras. Essas características possibilitaram algumas *features* que tornaram a aeronave ainda mais produtiva, como por exemplo pousos e decolagens em pistas mais curtas, estabilidade em baixas velocidades e maior conforto aos passageiros. O Boeing 727 é considerado um sucesso nos Estados Unidos, originalmente sua previsão de vendas era de cerca de 250 aeronaves e até o fechamento de sua linha de montagem, foram vendidas mais de 1800 unidades do modelo, a primeira aeronave da Boeing a bater o recorde de 1000 unidades vendidas.

Falando de sua capacidade de transporte de cargas, o Boeing 727 tinha dois tipos de variações principais: a que transportava 20 toneladas e a que transportava 30. Na época em que o Boeing 727 estava sendo lançado, a realidade brasileira era de regulamentação do setor aéreo, o período da ditadura militar restringiu a entrada de novas companhias aéreas, além de regulamentar preços e frequências de voos. O mercado foi dividido entre regional e nacional, em que as empresas que operavam no mercado nacional deveriam atuar apenas em ligações

tronco e as regionais apenas em ligações *feeders* (alimentadoras), que suplementam os percursos das ligações tronco. (BOEING, [s.d.]

**Figura 5:** Boeing 727



Fonte:(BOEING, [s.d.]

### **2.4.3. Boeing 747**

O modelo 747 (figura 06) foi produzido no final da década de 60 com o objetivo de aumentar a competitividade com o modelo recentemente lançado pelo governo dos Estados Unidos C-5A, e acabou se tornando o avião com maior capacidade de transporte de civis e com vocação também para transporte de cargas devido ao seu tamanho, apresentando três configurações: somente passageiros, somente transporte de cargas e uma versão híbrida.

O grande diferencial do Boeing 747 é que devido a seu tamanho avantajado as versões cargueira e híbrida permitiam o transporte de pallets e contêineres de carga com tamanho de 2,4 por 2,4 metros, por meio da articulação existente no bico da aeronave que possibilita seu carregamento pela frente. Além disso, para cargas que excedem o tamanho de 2,4 metros, seja em altura ou largura, o Boeing 747 também oferece a possibilidade do carregamento das cargas via suas portas laterais e dianteira, o que resulta em ainda mais flexibilidade no transporte de cargas dessa aeronave. (BOEING, [s.d.]

Por esses motivos, atualmente estima-se que cerca de 75% da frota mercante do de grande porte do mundo seja composta por esse modelo.

**Figura 6:** Boeing 747

Fonte: (BOEING, [s.d.])

#### 2.4.4. Boeing 757

Com o primeiro modelo sendo lançado em 1982 e sua produção perdurando até 2003, o modelo 757 (figura 07) era 80% mais eficiente ao se tratar de combustível do que o modelo 727. Os óbvios ganhos financeiros tanto para transporte de passageiros quanto para transporte de cargas - sua capacidade chegava a atingir 40 toneladas - fizeram com que fosse um equipamento muito utilizado na época, tornando-se o substituto ideal para as aeronaves mais antigas e com operações mais caras, a Boeing chegou a bater mais de 1000 aeronaves vendidas.(BOEING, [s.d.]

**Figura 7:** Boeing 757

Fonte: (BOEING, [s.d.])



### 2.4.5. Boeing 767

Fabricado na mesma época que o 757, o Boeing 767 (figura 08) apresenta os mesmos ganhos relacionados à eficiência de combustível. Ambos os modelos têm *cockpits* digitais muito parecidos, o que possibilita que a tripulação esteja apta com certa facilidade para pilotar os dois modelos. A diferença para os dois modelos em questões de transporte de carga é que o modelo 767 tem uma capacidade maior, conseguindo fazer o transporte intercontinental de até 59 toneladas devido ao arranjo de cargas do convés superior e do porão inferior.

É uma das únicas aeronaves Boeing que atende também o mercado *tanker*, voltado para as forças armadas, com o Boeing 767 *tanker/transport* sendo lançado em 2000 para ser comprado pela força aérea italiana e japonesa. Existem no total cinco modelos do Boeing 767: 767-200, 767-200ER, 767-300, 767-300ER e o 767-400ER, além do 767 *Freighter*. Todas com modificações técnicas específicas para atender os requisitos do mercado. (BOEING, [s.d.]

Figura 8: Boeing 767



Fonte:(BOEING, [s.d.]

### 2.4.6. McDonnell Douglas MD-11F

O caso do trijato americano MD-11F (figura 09) é bastante curioso devido a ter sido planejado originalmente pensando no transporte de passageiros. No entanto, devido ao lançamento de aeronaves que performavam melhor em quesitos que eram pontos sensíveis ao

custo da operação como um todo e aos testes de segurança não terem sido bem sucedidos, o equipamento acabou migrando para o transporte de carga, sendo um dos mais utilizados por empresas aéreas como a FedEx, que conta com 59 unidades em sua frota sendo que 54 estão ativas, United Postal Service, Western Global Airlines e Lufthansa Cargo até os dias de hoje.

**Figura 9:** McDonnell Douglas 11



Fonte: (“MD-11 - The McDonnell Douglas Website,” [s.d.]

## 2.5. Tipos de Cargas

O transporte de cargas no Brasil tem diversas modalidades, como o ferroviário, rodoviário, aeroviário, entre outros. E existem as vantagens e desvantagens de cada tipo de modalidade para que seja feita a melhor escolha de qual modalidade utilizar, uma das variáveis que afeta essa escolha é o tipo de carga que está sendo transportada, os principais tipos são listados abaixo.

### 2.5.1. Cargas Secas

Carga seca é a classificação dada aos materiais transportados que são industrializados e não perecíveis, ou seja, esse tipo de material demanda uma operação de transporte relativamente simples, pois pode ser movimentado a qualquer momento, independentemente do clima e da estação do ano. Cargas como materiais de construção, alguns tipos de alimentos, madeira e ferragens são considerados cargas secas. (BEATRIZ, 2018)

Por se tratar de uma operação simples e, assumindo que a quantidade de fornecedores que vendem a carga seja bastante abundante no país, esse tipo de carga costuma ser transportado

via modal rodoviário, justamente por apresentar características ideais para viagens de curta distância. Outras vantagens do modal rodoviário são a flexibilidade no envio de ponta a ponta e a simplicidade da operação.

### **2.5.2. Cargas Frigoríficas**

Como o nome já diz, são as cargas que dependem de refrigeração para atingirem o destino desejado atendendo os requisitos de qualidade necessários para serem comercializadas depois. Existem dois grandes tipos de cargas frigoríficas: perecíveis e as congeladas.

As cargas perecíveis são aquelas que têm o tempo de viagem como maior indicador de sucesso da operação. Por serem perecíveis e não congeladas, esse tipo de carga geralmente é resfriado somente, o que indica altos investimentos pelo fornecedor em máquinas e equipamentos - às vezes o próprio equipamento tem que apresentar uma capacidade de refrigeração - e tem a longa distância como grande empecilho para transporte, com o modal aeroviário sendo utilizado com o intuito de diminuir tempo de viagem em longas distâncias. Além disso, há uma necessidade específica de higienização sujeita às normas da ANVISA, exemplos desse tipo de carga seriam laticínios, frutas e legumes. (BEATRIZ, 2018)

As cargas congeladas, no entanto, são aquelas que passam por uma redução de temperatura até a formação de gelo, o equipamento utilizado para transporte desse tipo de carga deve apresentar uma potência maior ainda de refrigeração e problemas como o tempo de viagem e transporte de longa distância são similares às cargas perecíveis. Exemplos desse tipo de carga seriam carnes, peixes e frangos.

### **2.5.3. Cargas Perigosas**

O transporte de cargas perigosas é uma operação mais complexa do que as citadas anteriormente, principalmente por ser uma modalidade extremamente regulamentada devido a aspectos de segurança e proteção ao meio ambiente. De acordo com Lieggio:

Um produto perigoso é toda e qualquer substância que, dadas as suas características físicas e químicas, possa oferecer, quando em transporte, riscos à segurança pública, à saúde de pessoas e ao meio ambiente, de acordo com os critérios de classificação da ONU, publicados pela Portaria no 204/97 do Ministério dos Transportes. (LIEGGIO JR., 2008)

No território brasileiro, as cargas perigosas são divididas em nove categorias estabelecidas na Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004 da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT (ANTT, 2004a): explosivos, gases, líquidos inflamáveis, sólidos inflamáveis sujeitos à combustão instantânea, substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos, substâncias tóxicas e substâncias infectantes, material radioativo, substâncias corrosivas e substâncias e artigos perigosos. Cada material também recebe uma classificação conforme seu risco, um exemplo seriam substâncias mais inflamáveis e menos inflamáveis, as mais inflamáveis têm condições de transporte diferentes das menos inflamáveis. Todo transporte de cargas perigosas deve ter uma sinalização que conte com a classificação de risco, definida pelas NBR 7500 (simbologia dos produtos), NBR 7501 (terminologia empregada),

NBR 7502 (classificação dos produtos) e NBR 8286 (estabelece o emprego da terminologia). (YTOSHI SHIBAO; CARDOSO OLIVEIRA NETO; PERPÉTUO SANTOS, 2014)

#### **2.5.4. Cargas de Alto Valor Agregado**

As cargas de alto valor agregado, também conhecidas como HVC (High Value Cargo), são aquelas que seu valor em nota fiscal supera os R\$ 5.004,01 por quilo, e geralmente são transportadas via modal rodoviário, marítimo ou aéreo. O transporte aéreo é muito utilizado para transportes de carga desse tipo pois possibilita cobrir longas distâncias em um espaço de tempo reduzido comparado aos outros modais. No entanto, é usual ser necessário uma sinergia entre diferentes modais - geralmente aéreo e rodoviário - para que a mercadoria chegue no ponto desejado.

O transporte de cargas de alto valor agregado faz a segurança ser fator determinante para a escolha do modal, podendo envolver desde escoltas até vigilância em pontos de parada. Exemplos de cargas de alto valor agregado são jóias e pedras preciosas. (BEATRIZ, 2018)

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Critérios para dimensionamento de terminais de carga aérea

O transporte aéreo de carga representa um importante propulsor do desenvolvimento industrial, provendo a intermodalidade e impulsionando o mercado interno e externo de um país (LIMA; BELDERRAIN, 2008)

Os aeroportos brasileiros que contêm um terminal de carga aérea têm uma grande missão: se manter produtivo em meio a todas as variações que podem existir, principalmente analisando as diferenças entre a capacidade disponível para as cargas serem movimentadas e a demanda existente. Por isso, a previsão de demanda dessas cargas se torna fator crucial para que o terminal de cargas não seja ocioso e, ao mesmo tempo, não esteja subdimensionado para o volume a ser recebido.

De acordo com Pinto Alves (JORGE; ALVES, 2012) existem seis grandes fatores que influenciam no dimensionamento de um terminal de carga aérea. São eles: tipo e quantidade de carga a ser processada na hora de pico, tipo e quantidade de carga que requer tratamento especial, tipos de aeronaves e frequência de voos, nível de tecnologia empregado no terminal para manuseio de carga, quantidade de carga pré-unitizada, tempo de permanência da carga no terminal. Esses fatores são levados em conta nos métodos de dimensionamento citados abaixo.

##### 3.1.1. Método de *Services Techniques des Bases Aériennes* (STBA)

O STBA (INSTRUCTION TECHNIQUE SUR LES AERÓDROMES CIVILS, 1983) é um método francês para dimensionamento de aeroportos publicado na *Instruction Technique sur les Aeródromes Civils*, afirmando que os índices gerais podem variar de 3t/ano por metro quadrado a 20t/ano por metro quadrado.

Esse método, assim como alguns outros métodos estrangeiros, foi criado pensando em aeroportos norte-americanos e europeus, ponto a ser considerado ao utilizá-lo para dimensionamento de terminais de carga aérea brasileiros, por exemplo.

##### 3.1.2. Método de Ashford

Em 1992, Norman Ashford (ASHFORD, 1992) publicou na revista *Airport Engineering* sobre as diferenças entre dimensionar um terminal de carga aérea classificado como de média tecnologia (figura 10) *versus* outro classificado como alta tecnologia (figura 11).

Figura 10: Exemplo de Ashford

<b>Exemplo 1 de Ashford</b>		
<b>Terminal com Nível Tecnológico Médio</b>		
<i>Premissas Adoptadas</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alto índice de contentorização</li> <li>✓ Uso de empilhadoras nos processos de armazenamento da carga</li> <li>✓ Ausência de equipamentos transferidores ou transelevadores</li> </ul>		
<i>Crítérios Para Projecto</i>		
	Terminais	
	Domésticos e de Exportação	De Importação
Produtividade por unidade de área (kg/m <sup>2</sup> /ano)	13.500 a 22.500 (usar 13.500)	5.500
Docas para carga e descarga de camiões (kg/docas/h)	2.500 a 4.500 (usar 3.500)	1.800
Capacidade de acesso da carga ao pátio aéreo (Portas)		
✓ <i>Bypass pallets/door/h</i>	15	-
✓ <i>Pallets/door/h</i> processados	20	20
✓ Peso médio da carga em <i>pallet</i> ou contentor (kg)	1.800	1.800
✓ Peso médio da carga em <i>bins</i> (kg)	225	225
✓ Área de consolidação/desconsolidação de carga (kg/estação/h)	2.000	1.800

Fonte: (ASHFORD; WRIGHT, 1992)

**Figura 11:** Exemplo 2 de Ashford

<b>Exemplo 2 de Ashford</b>
<b>Terminal com Nível Tecnológico Elevado</b>
<u>Parâmetros de Dimensionamento</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de consolidação/desconsolidação de carga de 75m<sup>2</sup> por estação de trabalho</li> <li>• Docas para camiões com 4m de largura e 15m de comprimento e rampas para fora do terminal com 4m de largura</li> <li>• ULD's com 2.5 x 3.0 (m) para uma carga média de 1.5 ton</li> <li>• Tempo de consolidação de carga em ULD's de 45 min</li> <li>• Tempo de desconsolidação de carga em ULD's de 40 min</li> <li>• Áreas de armazenamento: factores de conversão e tempo de permanência da carga: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Importação: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Perecíveis e carga especial: 10.4m<sup>2</sup>/ton para um tempo de permanência da carga de 1 dia</li> <li>○ Carga normal: 7,25m<sup>2</sup>/ton para um tempo de permanência de carga de 3 dias</li> <li>○ Carga restrita: 12,5m<sup>2</sup>/ton para um tempo de permanência de carga de 2 dias</li> <li>○ Carga em perdimto: 5m<sup>2</sup>/ton</li> </ul> </li> <li>✓ Exportação: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 12,5m<sup>2</sup>/ton para um tempo de permanência de carga de 1 dia</li> </ul> </li> <li>✓ Áreas de armazenamento de ULD's em 3 níveis a 5,6m<sup>2</sup>/ULD e áreas para ULD's e pallets vazios de 50% da área para ULD's</li> </ul> </li> <li>• Circulação, guarda e manutenção de equipamentos: 50% do somatório da importação, exportação e armazenamento de ULD's</li> <li>• Carga média recebida ou retirada por camião no lado terrestre de 1 ton</li> <li>• Tempo médio de carga e descarga de camião de 30 min</li> </ul>

Fonte: (ASHFORD; WRIGHT, 1992)

### 3.1.3. Método do Instituto de Aviação Civil

O Instituto de Aviação Civil (IAC) utiliza o Manual de Capacidade da Comissão de Estudos e Coordenação da Infraestrutura Aeronáutica (CECIA), que utiliza a equação abaixo (figura 12) para dimensionamento do terminal de cargas:

Figura 12: método do Instituto Nacional de Aviação Civil

$$A = \frac{T \times F \times f \times t_m}{365 \times d \times h}$$

*Sendo que :*

- A - Área em m<sup>2</sup>*
- T - Tonelagem anual prevista*
- F - Fator de flutuação da demanda de carga (varia de 1.1 a 1.5, sendo tanto maior quanto menor for T)*
- f - Fator que depende da configuração das áreas de armazenagem, variando de 1.3 a 2.5*
- t<sub>m</sub> - Tempo médio de permanência da carga no terminal*
- d - Densidade média da Carga, variando de 0.0875 a 0.158 ton/m<sup>3</sup>*
- h - Altura máxima de empilhamento que depende do equipamento disponível (1.4 a 4.0 m)*

Fonte: (INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL, 2005)

Para fins de dimensionamento, costuma-se adotar a movimentação total de importação do TECA, mesmo sabendo que é possível que cerca de 30% desse volume seja movimentado de outros recintos alfandegários para o terminal de cargas.

### 3.1.4. Método de IATA

A *International Air Transport Association* (IATA) foi criada por um grupo de companhias aéreas há mais de 60 anos, com o objetivo de ser um órgão de representação dessas companhias nos mais diversos assuntos relativos à aviação. Hoje em dia, cerca de 93% das companhias aéreas fazem parte da IATA, sendo representadas por elas.

O método de dimensionamento criado pela IATA consiste em uma divisão simples do volume de carga anual movimentado pelo terminal por uma capacidade de armazenagem em metro quadrado, com essa capacidade sendo definida pela própria IATA de acordo com o grau de automação do TECA. Na tabela a seguir, pode-se perceber que são três divisões para a categoria de automatização, com suas respectivas capacidades relacionadas.



Tabela 1: método de dimensionamento do IATA

<b>Baixa Automação</b>	5 toneladas por m <sup>2</sup>
<b>Automação Média</b>	10 toneladas por m <sup>2</sup>
<b>Altamente automatizado</b>	17 toneladas por m <sup>2</sup>

Fonte: Elaboração da autora

### 3.1.5. Método de Magalhães

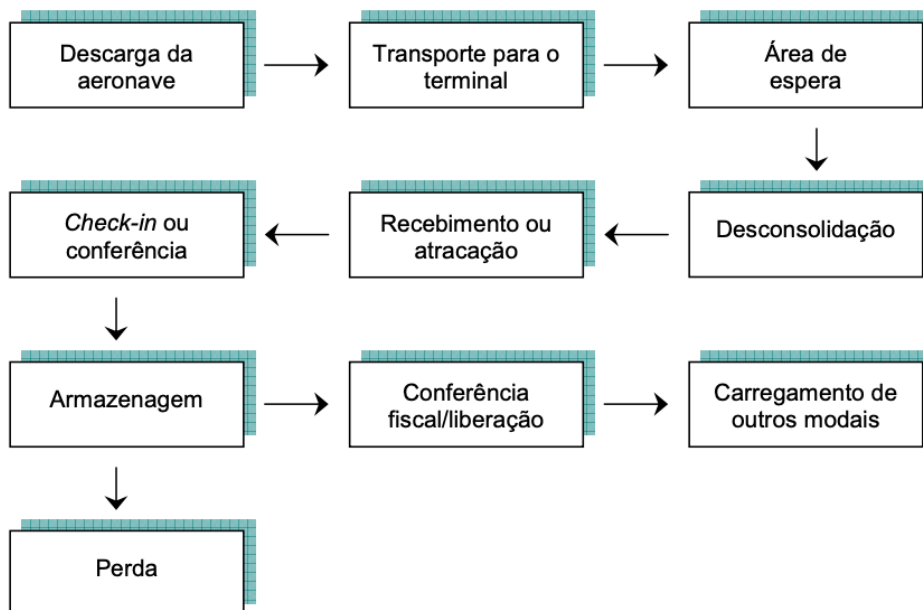
Este método baseou-se inicialmente no método já citado de Ashford (ASHFORD; WRIGHT, 1992) e, em 1998, Magalhães publicou o Método de Dimensionamento para Terminais de Carga Aérea no Brasil (MAGALHÃES, 1998), adaptado para a realidade brasileira de transporte de cargas aéreas.

O modelo de Magalhães assume o terminal de cargas como um processador dinâmico que tem o movimento de cargas nos fluxos de importação, exportação e trânsito como variáveis que devem estar integradas, e só a partir do mapeamento dessas atividades é possível definir as áreas necessárias para um terminal de cargas aéreas eficiente.

#### 3.1.5.1. Fluxo de Importação

De acordo com Magalhães, o fluxo de importação abrange (figura 13):

Figura 13: fluxograma de importação de acordo com Magalhães



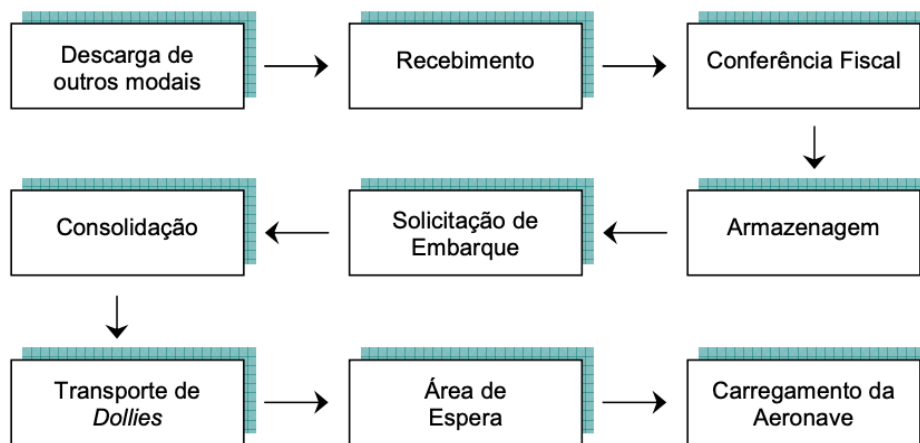
Fonte: (MAGALHÃES, 1998)

Sendo assim, para cálculo da área total mediante o fluxograma é necessário o somatório de algumas áreas específicas, são elas: área de espera, área de recebimento ou atracação, área de armazenagem, área para carga em regime de perda, área de docas e plataformas de interface modal, área de inspeção alfandegária, área administrativa e um espaço definido como outras áreas, sugerido como um acréscimo de 35% da área total operacional do terminal. Necessário salientar que todos os cálculos são definidos com sua demanda em dias de pico, para que o dimensionamento seja mais correto.

### 3.1.5.2. Fluxo de Exportação

De acordo com Magalhães, o fluxo de exportação abrange (figura 14):

Figura 14: fluxograma de exportação de acordo com Magalhães



Fonte: (MAGALHÃES, 1998)

Sendo assim, para cálculo da área total mediante o fluxograma é necessário o somatório de algumas áreas específicas, são elas: área de docas e plataformas de interface modal, área de inspeção alfandegária, área de recebimento ou atracação, área de armazenagem e área para linhas extra de montagem. Necessário salientar que todos os cálculos são definidos com sua demanda em dias de pico, para que o dimensionamento seja mais correto.

## 3.2. Critérios para dimensionamento de terminais de carga aérea - INFRAERO

Um aeroporto, também chamado de complexo de carga aérea, é formado pelas instalações: terminal de mala postal, terminal de remessas expressas (*courier*), terminal de carga aérea e terminal de agentes de carga. De acordo com Kottler (1999), houve um significativo avanço na transferência da operação de carga para a INFRAERO a partir da regulamentação da cobrança de tarifas de Armazenagem e Capatazia, divulgada por meio da Portaria 078/GM5. Essa portaria permitiu à empresa o monopólio da operação no segmento internacional e passível de delegar a operação no segmento doméstico, o que atraiu investimentos para o setor de carga aéreo brasileiro. O Aeroporto de Curitiba foi o primeiro a ter um terminal de carga operando

pela INFRAERO, foi o piloto do Projeto TECA, que tinha objetivo de dotar o sistema de uma infraestrutura de terra adequada para uma rápida liberação de carga.

Em 2006, a INFRAERO publicou o Manual de Critérios e Condicionantes de Planejamento Aeroportuário (INFRAERO, 2006), um documento que aborda desde o sistema de pistas, gerenciamento de tráfego aéreo, sistema terminal de passageiros até o sistema terminal de carga aérea. Com isso, problemas já existentes em metodologias antigas, por exemplo o fato de terem sido estudados aeroportos exclusivamente estrangeiros para a confecção de alguns métodos de dimensionamento, se extingue e passa-se a ter um método feito para aeroportos brasileiros.

O método da INFRAERO divide o terminal de cargas em áreas alfandegadas e não alfandegadas. As áreas alfandegadas são aquelas que se constituem de espaço físico delimitado na área aeroportuária destinada a movimentação e armazenamento de mercadorias importadas ou a serem exportadas que estão em poder do controle aduaneiro. Todas as áreas complementares a essa - administrativas, técnicas e de uso comercial - são consideradas não alfandegadas e representam cerca de 80% da área total de terminal de cargas.

O terminal de cargas é composto majoritariamente por:

- Terminal de Importação;
- Terminal de Exportação;
- Pátios Lado Ar e Lado Terra;
- Pátio de Aeronaves Cargueiras;
- Terminal de Carga Doméstica e
- Área Comercial.

Todas essas áreas devem agir em perfeita harmonia para entregar eficiência a uma operação que tem altos custos envolvidos, o terminal de cargas é considerado um processador dinâmico que une o fluxo de importação, fluxo de exportação e fluxo de trânsito.

O fluxo de importação, definido pelo processo em que a carga tem acesso ao terminal pelo lado aéreo e saída pelo lado terrestre, é considerado o mais burocrático de todos, justamente pelas barreiras e burocracia alfandegária quando falamos de transporte de cargas internacionais. O fluxo de exportação é o contrário, a carga tem acesso ao terminal pelo lado terrestre e saída pelo lado aéreo, processo menos burocrático pois o processo alfandegário é feito na chegada ao país de destino. Já o fluxo de trânsito é aquele em que a carga tem acesso e egresso pelo mesmo lado do terminal, seja ele aéreo ou terrestre.

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1. *Overview da Região Metropolitana de Campinas*

A partir do século XX, o Brasil passou por intenso processo de industrialização, com a taxa de urbanização subindo de 31% para 65% de acordo com o IBGE. A região do estado de São Paulo foi amplamente explorada, passando de principal região exportadora de café para um espaço com infraestrutura adequada urbana qualificada, com indústria, comércio e serviços diversificados (CAPPA, 2006). Esse pioneirismo e liderança se mantém até hoje quando falamos de Brasil, já no século XXI, São Paulo concentra cerca de 50% da produção nacional da indústria de bens não-duráveis e intermediários e mais de 70% de bens de capital e bens de consumo duráveis (CANO, 1997).

A região metropolitana de Campinas é um dos expoentes do interior de São Paulo ao falar de industrialização, com uma estrutura diversificada que conta com elevada participação no Estado, produzindo quase todos os gêneros (CANO, 1997). Durante o Plano de Metas, entre os anos de 1970 e 1985, Campinas atraiu empresas estrangeiras e sofreu transformações nos setores agrícola e comercial, e nos anos 2000 passou a abrigar indústrias de alta tecnologia. Um dos grandes motivos para as empresas de alta tecnologia escolherem Campinas como sede é o Aeroporto Internacional de Viracopos (AIVC) ser um facilitador para a logística de cargas, além disso, destacam-se também o número de instituições de ciência e tecnologia, mão-de-obra qualificada disponível e o entroncamento rodoviário, que também facilita a logística do transporte de materiais (CAPPA, 2010). A importância dos aeroportos para a economia é tão relevante, que o economista americano John D. Kasarda surgiu com o conceito de Aerotrópole:

O plano de ocupação do entorno do aeroporto vai adotar o conceito de Aerotrópole (cidade-aeroporto), desenvolvido pelo americano John Kasarda e que foi considerado pela revista Time, como uma das 10 ideias que mudarão o mundo no século 21. É um conceito que combina aeroportos gigantes com cidades planejadas no entorno e com facilidade de transporte e centros de negócios, unidos a comunidades de produtores de bens e serviços baseados em integração e fornecimento global. (COSTA, 2013)

Ao entrar no detalhe sobre o Aeroporto Internacional de Viracopos para a Região Metropolitana de Campinas, deve-se destacar que desde a década de 90 o AIVC é o maior importador de cargas do país, sua localização no estado de São Paulo ao considerar as sedes de indústrias é estratégica e traz mobilidade à diversas redes de transportes do país (figura 15). Regionalmente, o AIVC é ligado à diversas cidades importantes do polo industrial paulistano - Jundiaí, Sorocaba, Piracicaba e Americana, por exemplo - por meio de rodovias importantes como a Rodovia dos Bandeirantes e Rodovia Santos Dumont, geradoras de intenso tráfego de veículos e transporte de mercadorias, fortalecendo mais uma vez o local estratégico que o complexo aeroportuário se encontra. Além de ter conexão direta com outros 22 estados brasileiros (Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Rondônia).

Figura 15: eixos econômicos do Estado de São Paulo em função da localização de indústrias (círculos). O ponto vermelho é o Aeroporto Internacional de Viracopos.



Fonte: (CAPPA, 2006)

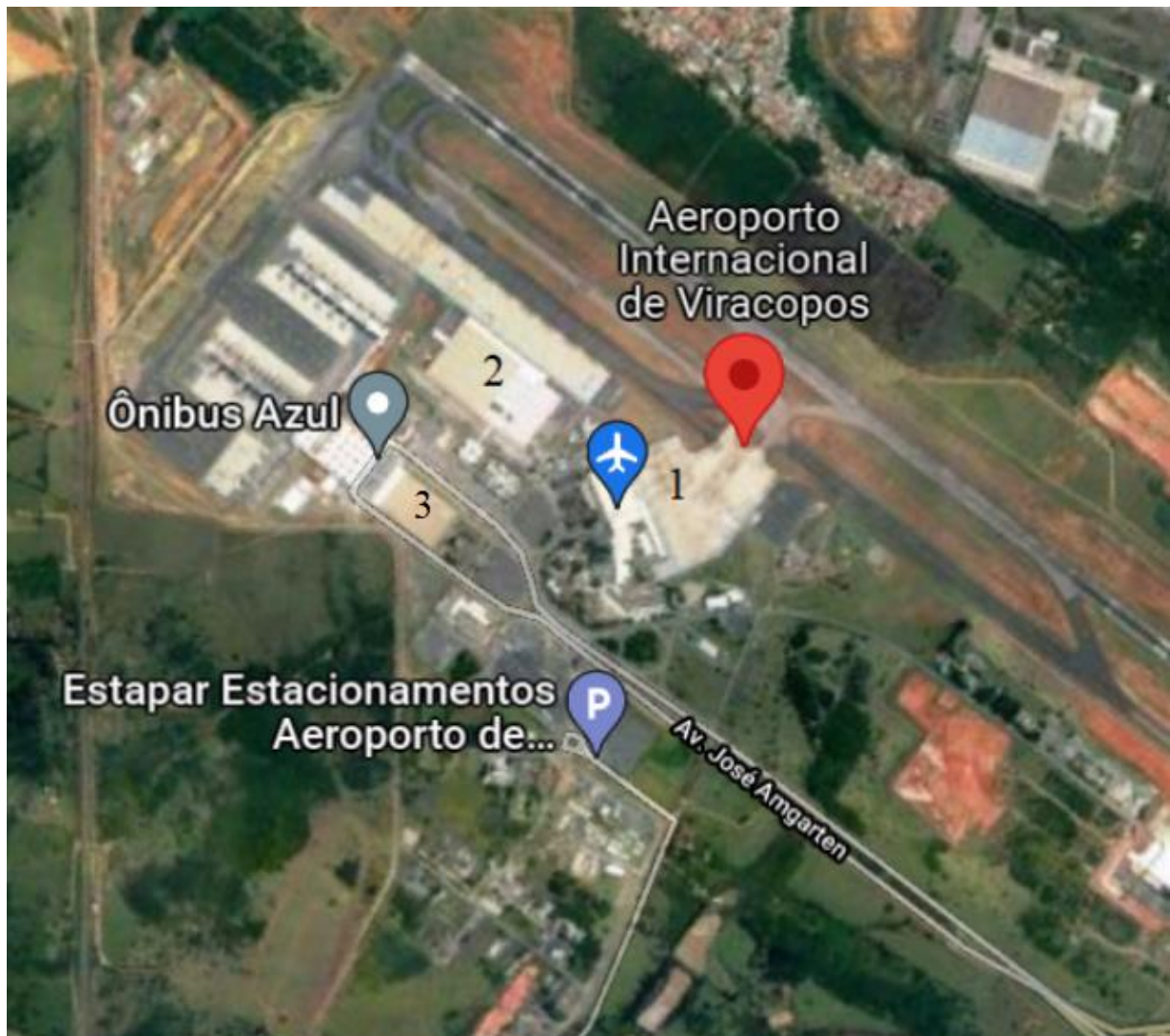
## 4.2. Histórico e infraestrutura do Aeroporto Internacional de Viracopos

Construído na década de 1930, o AIVC se elevou à categoria internacional já nos anos 60 como alternativa ao Aeroporto Internacional Tom Jobim, no Rio de Janeiro. Já na década de 70 se consolida como um grande centro cargueiro do Brasil, e mantém esse posto até hoje sendo por superfície o maior centro de carga aérea da América do Sul, sendo o *hub* de importantes empresas aéreas que atuam no Brasil como Azul e LATAM. No ano de 2012, foi aberto um leilão de concessão para a participação acionária de 51% das ações do AIVC, com a Infraero controlando os outros 49% restantes. (CAPPA, 2010)

Os grupos UTC Participações (48,12%), Triunfo Participações (48,12%) e Egis (3,76%) formam a concessionária Aeroportos Brasil Viracopos que tem a licitação para atuar na administração do aeroporto durante 30 anos. No entanto, devido a impasses econômicos agravados no ano de 2017 como o valor da reposição das cargas em perdimento (aquelas que entram no terminal e ficam paradas por algum motivo), desapropriação de áreas destinadas ao aeroporto para construção de empreendimentos imobiliários e um desacordo no preço da tarifa teca-teca (valorização de cargas internacionais que chegam ao aeroporto e vão para outros terminais), a concessionária manifestou interesse na relicitação do AIVC em 2017 e pediu recuperação judicial em 2018. Sendo assim, desde que haja uma definição sobre o órgão responsável por pagar as indenizações contempladas, é possível que haja uma nova licitação do AIVC nos próximos anos.

De acordo com o IBGE, hoje a área compreendida pelo complexo aeroportuário é de 17 milhões de metros quadrados, atendendo aproximadamente 7 milhões de passageiros e responsável por cerca de 20% da movimentação de cargas do Brasil. O AIVC possui uma pista com mais de 3 quilômetros de extensão a 650 metros de altitude, o que configura o recebimento adequado de aeronaves de grande porte, com dois pátios diferentes para manobras de aeronaves, um destinado a passageiros e outro a cargas. Tendo como dimensionamento ideal para uma pista de recebimento de aeronaves de grande porte a extensão de 1200 metros à nível do mar sem grandes variações climáticas, por isso considera-se que o AIVC é extremamente bem dimensionado.

Figura 16: Vista aérea do Aeroporto Internacional de Viracopos



Fonte: elaborado pela autora com imagens do Google Earth com acesso em 02/12/2021.

O Terminal de Cargas (figura 16) possui duas alas bem delimitadas, uma para exportações e outra para importações. As áreas administrativas são ligadas ao terminal por meio de uma passarela, onde escritórios de empresas como a INFRAERO, Aeroportos Brasil

Viracopos e ANAC se encontram. Como estratégia da INFRAERO, assim que o aeroporto recebeu a homologação de aeroporto industrial em 2006, foi construído um Centro Empresarial (figura 17) estabelecido no complexo aeroportuário, com objetivo de concentração de empresas ligadas às movimentações de carga que acontecem dentro do Terminal de Cargas, sendo um facilitador da participação de empresas interessadas nos processos aduaneiros.

Figura 17: Centro empresarial do Aeroporto Internacional de Viracopos



Fonte: site do Aeroporto Internacional de Viracopos. Acesso em 02/12/2021.

Considerando somente a operação de cargas, o alcance do AIVC corresponde a uma conexão com 23 países (Venezuela, Colômbia, Canadá, China, República Dominicana, República da Polônia, Bélgica, Argentina, Suíça, Uruguai, Itália, El Salvador, Paraguai, Japão, República da Hungria, Equador, Estados Unidos, Porto Rico, México, Chile, Alemanha, Senegal e República Eslovaca) e mais de 10 mil importadores distintos, com destaque para empresas como Samsung, EMBRAER, Foxconn, CISA Trading, Dell, Bayer, entre outros.. Ao abordar as exportações, de acordo com (CAPPA, 2010), o modo aeroviário não tem grande expressividade quando comparado às importações, uma vez que o modo portuário tem maior índice.

### 4.3. Dimensionamento do Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de Viracopos com previsão para 2025

O ano de 2021 representou a maior movimentação de cargas que o Aeroporto Internacional de Viracopos já teve tanto em número absoluto total quanto em movimentações de carga *courier*, que são as remessas expressas internacionais (tabela 02).

Tabela 2: variação de movimentação de cargas e sua variação ao longo dos anos no Aeroporto Internacional de Viracopos

Ano	Movimentação cargas (ton)	Movimentação cargas Courier (ton)	Varição total	Varição Courier
2021	326.742	6.363	43%	23%
2020	228.609	5.744	6%	5%
2019	216.447	5.467	-8%	-9%
2018	235.324	6.000	18%	10%
2017	198.876	5.435	21%	11%
2016	164.429	4.894	-7%	-14%
2015	177.285	5.682	-18%	-1%
2014	217.519	5.761	-8%	-6%
2013	235.182	6.105		

Fonte: elaborado pela autora com dados dos relatórios anuais do Aeroporto Internacional de Viracopos. Acesso em 04/12/2021.

De acordo com a concessionária Aeroportos Brasil Viracopos, há quatro grandes motivos para tal. O principal deles foi o impacto da pandemia do COVID-19 no Brasil, como a demanda de transporte de passageiros por via aérea caiu vertiginosamente, as cargas que eram transportadas nos porões dessa modalidade foram transferidas para aviões puramente cargueiros. Como o AIVC tem uma estrutura adequada para recebimento desse tipo de aeronave (recebe em torno de 17-20 cargueiros por dia), cargas que eram movimentadas em outros aeroportos passaram a ser movimentadas no complexo aeroportuário de Viracopos. Além disso, outros motivos são: devido à pandemia, houve uma migração do transporte de cargas por via marítima para a via aérea e a própria mudança de comportamento do mercado consumidor: o crescimento das compras *online* também influencia a movimentação de cargas em aeroportos. (SIMIONATO, 2020).

A crise econômica brasileira que ocorreu entre os anos de 2014 e 2016 também tem papel fundamental na variação negativa de movimentação de cargas correspondente a esses anos. De acordo com a (tabela 02) pode-se perceber que somente em 2017 o nível de variação de movimentação de cargas voltou a ser positivo.

Nesta seção do presente estudo, busca-se fazer o dimensionamento adequado para o TECA do Aeroporto Internacional de Viracopos para o ano de 2025 de acordo com o método proposto no Manual de Critérios e Condicionantes de Planejamento Aeroportuário (INFRAERO, 2006). O ano em questão foi escolhido pois, de acordo com o Ministério dos Transportes, estima-se que a participação aérea do transporte de mercadorias será maior (tabela 03), além de representar um bom horizonte comparativo para os dias de hoje.



Tabela 3: Distribuição do transporte de mercadorias no Brasil em %

Ano	Aéreo	Dutoviário	Aquaviário	Ferrovário	Rodoviário
1995	0,32	3,95	11,53	22,29	61,91
1997	0,26	4,54	11,56	20,73	62,91
1999	0,35	4,58	13,83	19,46	61,82
2004	0,10	4,50	12,20	23,80	59,30
2006	0,30	4,00	13,00	25,00	57,70
2025*	1,00	5,00	29,00	35,00	30,00

Fonte: (CRISTINA; RIBEIRO; FERREIRA, 2002)

#### 4.3.1. Terminal de Importação

Atualmente, o Terminal de Importação de Viracopos (figura 18) conta com uma área de 84.000 m<sup>2</sup> e é considerado extremamente automatizado, de acordo com a INFRAERO. O espaço contém delimitações para os diversos tipos de cargas, como câmaras frigoríficas, instalações para carga viva, áreas especiais para cargas valiosas, material radioativo e diversas cargas perigosas. É no Terminal de Importação que etapas importantes do fluxograma de importação são cumpridas, como o recebimento de cargas, a armazenagem de cargas, pré-vistoria, vistoria aduaneira e licença de importação.

Figura 18: Terminal de cargas do Aeroporto Internacional de Viracopos



Fonte: site do Aeroporto Internacional de Viracopos. Acesso em 10/12/2021.

A importância dos processos de pré-vistoria e vistoria aduaneira é muito relevante para a segurança do TECA, pois: no primeiro o importador pode solicitar acesso para verificação do estado da carga, podendo solicitar ou não a dispensa do processo de Vistoria Aduaneira ao final da visita; o segundo é previsto no Regulamento Aduaneiro (Decreto 6.759, de 05 de fevereiro de 2009) e é o processo adequado para identificar a responsabilidade de avarias e extensão de danos que podem ter ocorrido a carga durante o processo de transporte, a vistoria é conduzida por autoridade aduaneira local e acompanhada pelo importador.

De acordo com o Manual de Critérios e Condicionantes de Planejamento Aeroportuário (INFRAERO, 2006), para cálculo da área ideal de um terminal de importação devem ser considerados a equação 1 e equação 2 e suas respectivas variáveis:

$$Au = \frac{T}{\frac{240 \times 0,060 \times h}{t}} \quad (1)$$

Onde:

**Au** - área útil de armazenamento em m<sup>2</sup>, incluindo circulação;

**T** - total de carga desembarcada que entrou em armazenamento, em t/ano;

**240** - número médio de dias úteis por ano;

**t** - tempo médio de armazenagem da carga em dias;

**0,060** - índice médio de aproveitamento de carga considerando a utilização de transelevador;

**h** - altura média de empilhamento da área de armazenagem.

$$At = Au + (i \times Au) \quad (2)$$

Onde:

**At** - área total de armazenamento em m<sup>2</sup>;

**i** - percentual da área útil de armazenamento destinada à carga em perdimento.

A Demanda Detalhada (INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL, 2005) para o Aeroporto Internacional de Viracopos é de 899.341.102 kg considerando o cenário médio (tabela 04). Levando em conta também os dados dos últimos anos, aproximadamente 61% da carga que passa pelo complexo aeroportuário representa importações e 39% representa exportações, sendo assim, haveria um total de 548.257 toneladas em média correspondendo às importações.

Tabela 4: Previsão de demanda por cenários para o Aeroporto Internacional de Viracopos

Ano	Pessimista	Média	Otimista
2010	222 068 704	339 339 362	483 068 392
2015	286 805 027	488 697 949	742 101 414
2025	438 864 946	899 341 102	1 566 912 589

Fonte: (INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL, 2005)

Sendo assim, os parâmetros utilizados para o cálculo da área útil estão detalhados na (tabela 05). Chegando a uma área total de de armazenamento de 34.901 m<sup>2</sup>.

Tabela 5: Parâmetros para cálculo da área útil

Nome	Abreviatura	UM	Valores
Área útil de armazenamento incluindo circulação	Au	m <sup>2</sup>	31.728
Carga desembarcada que entrou em armazenamento	T	t/ano	548.257
Tempo médio de armazenagem	t	dias	10
Índice médio de aproveitamento de carga	a	t/m <sup>3</sup>	0,06
Altura média de empilhamento da área de armazenagem	h	m	12
Área total de armazenamento	At	m <sup>2</sup>	34.901
Percentual de área útil de armazenamento destinada à carga em perdimto	i	%	10%

Fonte: elaborado pela autora.

Ainda de acordo com o Manual de Critérios e Condicionantes de Planejamento Aeroportuário (INFRAERO, 2006), o Terminal de Importação deve ter as seguintes áreas adicionais com as porcentagens indicadas para maior eficiência de seus processos (tabela 06). Totalizando, portanto, uma área total de 61.076 m<sup>2</sup>.

Tabela 6: Áreas adicionais e respectivas porcentagens

Área Adicional	Porcentagem	Área (m <sup>2</sup> )
Armazenagem de cargas restrita e viva	10%	3.490
Armazenagem de cargas especiais (xadrez, pequenos volumes de alto valor agregado, perecível - câmara frigorífica, cofre)	20%	6.980
Atracação: desconsolidação, recebimento, despaletização, conferência, pesagem e paletização	70%	24.430
Plataforma coberta de Docagem	15%	5.235
Conferência, liberação e entrega	30%	10.470
Corredor para carga em trânsito	10%	3.490
Escritórios Administrativos	20%	6.980
<b>Soma (m<sup>2</sup>)</b>		<b>61.076</b>

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.3.2. Terminal de Exportação

O fluxograma de exportação de um TECA tem quatro grandes fases: recebimento, armazenagem, conferência aduaneira e expedição. Atualmente, o TECA do complexo aeroportuário de Viracopos conta com 10.200 m<sup>2</sup>, valor bem inferior ao Terminal de Importação por razões já citadas anteriormente, como a maior parte do peso de exportações do país estar

no modal portuário. Assim como no Terminal de Importação, deve-se ter áreas segregadas destinadas a cada tipo específico de carga.

De acordo com o Manual de Critérios e Condicionantes de Planejamento Aeroportuário (INFRAERO, 2006), uma taxa de 0,10 m<sup>2</sup>/ton deve ser aplicada para chegar na área útil ideal de armazenagem do Terminal de Exportação. Considerando dados dos últimos anos, aproximadamente 61% da carga que passa pelo complexo aeroportuário representa importações e 39% representa exportações. Sendo assim, a previsão de demanda para o cenário médio do AIVC para 2025 é de 214.028 toneladas de cargas exportadas em 2025, o que resulta em uma área útil de 21.403 m<sup>2</sup>.

Assim como no Terminal de Importação, a INFRAERO também determina áreas adicionais que devem ser consideradas com porcentagens específicas mediante a área útil definida inicialmente (tabela 07).

Tabela 7: Áreas adicionais e respectivas porcentagens

Área Adicional	Porcentagem	Área (m <sup>2</sup> )
Recebimento, atracação, conferência, pesagem, paletização e expedição	80%	17.122
Armazenagem de cargas especiais (xadrez, pequenos volumes de alto valor agregado, perecível - câmara frigorífica, cofre)	10%	2.140
Armazenagem de cargas restrita e viva	5%	1.070
Escritórios Administrativos	10%	2.140
Plataforma coberta de Docagem	10%	2.140
<b>Soma (m<sup>2</sup>)</b>		<b>24.613</b>

Fonte: elaborado pela autora.

Considerando as adições, o Terminal de Exportação do TECA de Viracopos deve ter a área total de 46.016 m<sup>2</sup>.

### 4.3.3. Pátios Lado Ar e Lado Terra

O pátio Lado Ar deve ter uma profundidade mínima de 36 metros e é o local onde ocorrem grandes movimentações de carga. Por isso, conta com a permanência de equipamentos e veículos como *containers*, *pallets* e *loaders* permanentemente. Já no pátio Lado Terra é onde ocorre a integração entre os Terminais e o transporte rodoviário, pois é a partir dali que existe a plataforma de docagem, o pátio Lado Terra deve ter uma profundidade mínima de 35 metros.

Para o cálculo do dimensionamento dos pátios deve-se considerar porcentagens determinadas da soma das áreas destinadas aos Terminais de Importação e Exportação (tabela 08).

Tabela 8: Áreas dos pátios

Local	Porcentagem	Área total (m <sup>2</sup> )
Pátio Lado Ar	30%	32.128
Pátio Lado Terra	20%	21.418

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.3.4. Pátio de Aeronaves Cargueiras

Tanto aeronaves cargueiras quanto a aeronaves de passageiros têm classificações específicas mediante a carga paga e o número de passageiros que transporta (tabela 09). Cada faixa aérea cargueira possui uma área adequada de seus respectivos envelopes, que devem ser considerados para o cálculo de área total do pátio em conjunto com a previsão de demanda adequada (tabela 10).

Tabela 9: Faixa aérea cargueira e seus parâmetros

Faixa Aer. Cargueira	Intervalo de Carga Paga(kg)	Faixa Equivalente Aer Passageiros
FC1	até 2.000	1
FC2	2.001 a 6.000	2
FC3	6.001 a 20.000	5
FC4	20.001 a 60.000	6
FC5	60.001 a 160.000	7
FC6	acima de 160.001	8

Fonte: (INFRAERO, 2006)

Tabela 10: Faixa aérea cargueira e áreas dos respectivos envelopes

Faixa de aeronaves cargueiras	Cargueiro de menor porte	Cargueiro – Faixa da Aeronave Critica			
		faixa FC3	faixa FC4	faixa FC5	faixa FC6
FC1	1.435		-	-	-
FC2	1.730		-	-	-
FC3	-	3.210	4.715	5.445	5.730
FC4	-		7.225	8.345	8.780
FC5	-		-	10.160	10.690
FC6	-		-	-	12.880

Fonte: (INFRAERO, 2006)

Como deve-se levar em conta a previsão de demanda, será utilizada a modelagem contida no relatório Demanda na Hora-Pico (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2007). Como pode-se observar na tabela 11, a projeção média dividida por faixas estarem operando simultaneamente no AIVC em hora-pico é de 10 aeronaves cargueiras no total.

Tabela 11: Previsão de demanda para o Aeroporto Internacional de Viracopos por cenário

Faixas	2005	2010			2015			2025		
		Pess.	Méd.	Otim.	Pess.	Méd.	Otim.	Pess.	Méd.	Otim.
Faixa FC1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Faixa FC2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Faixa FC3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Faixa FC4	3	3	5	5	4	5	5	5	7	7
Faixa FC5	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4
Faixa FC6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (*)	4	4	6	6	5	6	7	7	10	11

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2007)

Para eficiência ainda maior do pátio, também foi modelado o número de aeronaves cargueiras estacionadas simultaneamente por faixa, conforme descrito na tabela 12.

Tabela 12: Previsão de demanda para estacionamento simultâneo de aeronaves cargueiras

Faixas	2005	2010			2015			2025		
		Pess.	Méd.	Otim.	Pess.	Méd.	Otim.	Pess.	Méd.	Otim.
Faixa FC1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Faixa FC2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Faixa FC3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Faixa FC4	2	2	3	3	3	4	4	3	4	5
Faixa FC5	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Faixa FC6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (*)	3	3	4	4	4	5	6	5	6	7

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2007)

Sendo assim, o AIVC deverá ser capaz de abrigar em seu estacionamento em horário de pico 4 aeronaves cargueiras da faixa FC4 e 2 aeronaves cargueiras da faixa FC5 simultaneamente, totalizando 6 aeronaves. A aplicação desses parâmetros resulta em uma área total de 49.220 m<sup>2</sup> para o pátio de aeronaves cargueiras (tabela 13).

Tabela 13: Cálculo para o pátio de aeronaves cargueiras

Faixa Aeronave Cargueira	Área do envelope (m <sup>2</sup> )	Quantidade	Área (m <sup>2</sup> )
FC4	7.225	4	28.900
FC5	10.160	2	20.320
<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>			<b>49.220</b>

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.3.5. Áreas Complementares

Em um complexo aeroportuário de logística de cargas, as áreas complementares são as não-alfandegárias. Entre elas estão: escritórios administrativos não-alfandegários, estacionamento de automóveis, instalações técnicas, instalações de manutenção, edificações de apoio como vestiários e refeitórios e estacionamento de caminhão.

Neste estudo, os estacionamentos acima citados serão o foco, pois o dimensionamento deles depende do quanto de carga movimentada no complexo aeroportuário no ano. Como foi estabelecido anteriormente que o volume para 2025 considerando importações e exportações seria de 899.341 toneladas e seguindo os parâmetros da tabela 14, definem-se as áreas dimensionadas para os estacionamentos citados.

Tabela 14: Parâmetros e áreas totais para estacionamento de veículos

Estacionamento	Carga/ano (ton)	Parâmetro	Núm vagas	Área (m <sup>2</sup> )
Carros	899.341	10 vagas de 27 m <sup>2</sup> a cada 5.000 ton/ano	1799	48.564
Caminhões		1 vaga de 250 m <sup>2</sup> a cada 5.000 ton/ano acima de 20.000 ton	176	43.967

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.3.6. Terminal de Carga Doméstica

Ao considerar a previsão de demanda total do tráfego doméstico fornecida pela Demanda Detalhada (INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL, 2005) estabelece-se o total de 79.049 toneladas que serão transportadas no cenário médio de 2025.

Aplicando a taxa de 0,16 m<sup>2</sup>/ton estabelecida pelo Manual de Critérios e Condicionantes de Planejamento Aeroportuário (INFRAERO, 2006), chega-se a uma área de 12.647 m<sup>2</sup> para atendimento da demanda do Terminal de Carga Doméstica no ano de 2025.

#### 4.3.7. Área Total

Sendo assim, para efeito comparativo estabelece-se uma área total estimada total para o cenário de 2025 de 212.271 m<sup>2</sup>, onde são consideradas: terminal de importação, terminal de exportação, áreas complementares e terminal de carga doméstica.

Atualmente, conforme mencionado anteriormente no presente trabalho, o Aeroporto Internacional de Viracopos conta com uma área de 84.000 m<sup>2</sup>. Sendo assim, para atender a demanda prevista para o cenário otimista de 2025, seria necessário um aumento de 43% na área do Terminal de Cargas do AIVC (tabela 15).

Tabela 15: Comparativo de área planejada para demanda de 2025 e área atual

Local	Área planejada (m <sup>2</sup> )	Área atual (m <sup>2</sup> )	Variação (%)
Terminal de Importação	61.076	40.000	53%
Terminal de Exportação	46.016	10.200	351%
Pátio de Aeronaves Cargueiras	141.751	33.800	319%
Áreas complementares			
<b>Total</b>	<b>119.740</b>	<b>84.000</b>	<b>43%</b>

Fonte: elaborado pela autora.

## 5. CONCLUSÃO

A crescente evolução do setor logístico demonstrada nos dados apresentados neste trabalho informa com clareza a necessidade de planejamento dos mais diversos tipos de setores de transporte de carga (do rodoviário ao aeroviário) por todos os países do mundo. O mercado consumidor demanda cada vez mais por agilidade na modalidade de entregas, e o crescimento do setor de *e-commerce* com a pandemia mundial vivida desde 2020 acelerou ainda mais o processo, com os números de importações e exportações com tendências de crescimento no Brasil mesmo com a crise econômica decorrentes dos últimos anos.

Um mundo cada vez mais globalizado demanda modais de transporte que cubram longas distâncias em curto tempo comparado aos outros modais, e o setor de cargas aeroviário se encaixa nesse quesito. Os terminais de cargas aeroviários devem estar preparados para tal aumento de demanda, problemática que originou o tema deste trabalho com o dimensionamento do maior aeroporto quanto falamos de movimentação de cargas no Brasil, o Aeroporto Internacional de Viracopos. Foi utilizada a previsão de demanda de 2025 - estabelecida pelo Instituto de Aviação Civil – com o cenário otimista, devido às grandes mudanças que tiveram nos últimos cinco anos quando falamos de movimentação de cargas devido à *e-commerce*.

Como resposta do presente trabalho, nota-se a necessidade de aumento da área do Terminal de Cargas do Aeroporto de Viracopos, com ênfase para a área destinada ao Terminal de Exportação, que atualmente é apenas 26% do Terminal de Importação. Conforme nota-se na figura 16, há espaço para obras de infraestrutura que são necessárias para a expansão necessária para a demanda prevista.

O tema abordado no presente trabalho é transdisciplinar quando falamos de Engenharia Civil, integram-se o setor de transportes, construção civil, logística e estudo da economia brasileira. O crescente aumento das movimentações de carga no território brasileiro acabam atraindo novos investimentos no setor, o que por si só já atrai a atenção de acadêmicos buscando se especializar no assunto. Em conjunto com a transdisciplinaridade mencionada acima, essa atração de acadêmicos se torna ainda maior, o que só alimenta o ciclo de desenvolvimento econômico e urbano do setor e do país.

Apesar disso, mesmo com a grande quantidade de estudos sobre transportes e logísticas existentes, poucos tratam do modal aéreo. A escassez de fontes torna o assunto obscuro à academia, sendo assim, é necessário que seja cada vez mais explorado pelo meio acadêmico.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB LOGÍSTICA. **O crescimento do modal aéreo no setor logístico nos últimos anos.**

Disponível em: <<https://www.prestex.com.br/blog/crescimento-modal-aereo-setor-logistico-nos-ultimos-anos/>>. Acesso em: 28 jan. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **DEMANDA NA HORA-PICO.** 2007.

ASHFORD, NORMAN.; MOORE, C. A. **AIRPORT FINANCE.** p. 240, 1992.

ASHFORD, NORMAN.; WRIGHT, P. H. **Airport engineering.** p. 520, 1992.

BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial.** 4 ED ed. PORTO ALEGRE: [s.n.].

BEATRIZ, A. **Tipos de carga mais comuns: um panorama sobre o mercado brasileiro.**

Disponível em: <<https://cargox.com.br/blog/tipos-de-carga-mais-comuns-um-panorama-sobre-o-mercado-brasileiro>>. Acesso em: 28 jan. 2022.

BOEING. **Boeing: Historical Snapshot: 727 Commercial Transport.** Disponível em: <<https://www.boeing.com/history/products/727.page>>. Acesso em: 28 jan. 2022a.

BOEING. **Boeing: Historical Snapshot: 747 Commercial Transport/YAL-1.** Disponível em: <<https://www.boeing.com/history/products/747.page>>. Acesso em: 28 jan. 2022b.

BOEING. **Boeing: Historical Snapshot: 757 Commercial Transport.** Disponível em: <<https://www.boeing.com/history/products/757.page>>. Acesso em: 28 jan. 2022c.

BOEING. **Boeing: Historical Snapshot: 767 Commercial Transport.** Disponível em: <<https://www.boeing.com/history/products/767.page>>. Acesso em: 28 jan. 2022d.

BOEING. **Boeing: 707: A Love Story.** Disponível em: <<https://www.boeing.com/boeing100/stories/2015/november/707-a-love-story-11-15.page>>. Acesso em: 28 jan. 2022e.

CANO, W. **Concentração e desconcentração econômica regional do Brasil 1970/95. Economia e Sociedade,** v. 6, n. 1, p. 101–141, 1997.

CAPPA, J. **AEROPORTO INTERNACIONAL DE VIRACOPOS E O FUTURO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS.** [s.l.: s.n.]. . Acesso em: 28 jan. 2022.

CAPPA, J. **O Aeroporto Internacional de Viracopos como fator de desenvolvimento para a região de Campinas e competitividade internacional para empresas.** [s.l.: s.n.].

COSTA, M. **Empresas farão plano para a Macrozona 7: Concessionária contratará projeto urbano para a área de Viracopos.** 2013.

- CRISTINA, P.; RIBEIRO, C.; FERREIRA, K. A. LOGÍSTICA E TRANSPORTES: UMA DISCUSSÃO SOBRE OS MODAIS DE TRANSPORTE E O PANORAMA BRASILEIRO. 2002.
- CUSTÓDIO, M. D. C.; BIELSCHOWSKY, P. A EVOLUÇÃO DO SETOR DE TRANSPORTE AÉREO BRASILEIRO. 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. **Aeroporto Internacional de Viracopos: revisão do plano diretor**. Campinas - SP: [s.n.].
- FLEURY, P. F. Supply Chain Management: Conceitos, Oportunidades e Desafios da Implementação. **Revista Tencológica**, p. 1–7, 1999.
- INFRAERO. **MANUAL DE CRITÉRIOS E CONDICIONANTES DE PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO**, 2006.
- INFRAERO. **GUIA INFRAERO CARGO**. 2012.
- INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL. **ESTUDO DE DEMANDA DETALHADA DOS AEROPORTOS BRASILERIOS**. [s.l.: s.n.]. . Acesso em: 28 jan. 2022.
- INSTRUCTION TECHNIQUE SUR LES AERÓDROMES CIVILS. **STBA**, 1983.
- JORGE, C.; ALVES, P. **TERMINAL DE CARGA AÉREA**. 2012.
- KEEDI, SAMIR. **Transportes, unitização e seguros internacionais de carga : prática e exercícios**. [s.l.] Lex, 2006.
- LIEGGIO JR., M. **Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos: Proposta de Metodologia para Escolha de Empresas de Transporte com Enfoque em Gerenciamento de Riscos**. Distrito Federal: [s.n.].
- LIMA, M. G.; BELDERRAIN, M. C. N. **O fluxo logístico da carga aérea internacional brasileira**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- LOHMANN PALHARES, G.; ANTÔNIO DO ESPIRITO SANTO JR, R. **O Turismo e o Transporte Aéreo como Multiplicadores Socioeconômicos**. [s.l.] Campinas, 2001.
- MAGALHÃES, S. **Um Método para Dimensionamento de Terminais de Carga Aérea no Brasil**. São José dos Campos: [s.n.].
- MD-11 - The McDonnell Douglas Website**. Disponível em: <<https://mcdonnelldouglas.weebly.com/md-11.html>>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- OLIVEIRA, A. V. M. **The evolution of airline regulation in Brazil**. São José dos Campos: [s.n.].
- RAZZOLINI FILHO, E. **Transporte e Modais com suporte de TI e SI**. Curitiba: [s.n.].

SIMIONATO, M. **Eleito Melhor TECA do Mundo, Viracopos investe em segurança e em gestão de cargas.** Disponível em: <[https://www.viracopos.com/pt\\_br/noticias/eleito-melhor-teca-do-mundo-viracopos-investe-em-seguranca-e-em-gestao-de-cargas.htm](https://www.viracopos.com/pt_br/noticias/eleito-melhor-teca-do-mundo-viracopos-investe-em-seguranca-e-em-gestao-de-cargas.htm)>. Acesso em: 28 jan. 2022.

THE BOEING COMPANY. WACF - World Air Cargo Forecast. **The Boeing Magazine**, p. 1–5, 2008.

VILLAS BOAS, T.; CAPPA, J. **A LOGÍSTICA INDUSTRIAL DE VIRACOPOS COMPROMETIDA PELA FALTA DE VISÃO SISTÊMICA DOS TRANSPORTES NO BRASIL.** Campinas: [s.n.].

YTOSHI SHIBAO, F.; CARDOSO OLIVEIRA NETO, G.; PERPÉTUO SANTOS, J. **CARGAS PERIGOSAS COM PRODUTOS QUÍMICOS: UM ESTUDO NO ESTADO DE SÃO PAULO.** 2014.