

ANALISE DE CAPACIDADE DE TERMINAIS AEROPORTUARIOS: ESTUDO DE CASO DO AEROPORTO INTERNACIONAL SALGADO FILHO

Éder Martins Specht

João Hermes Nogueira Junqueira

Danielle de Souza Clerman

Curso de Engenharia Civil - Escola Politécnica
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

RESUMO

O Aeroporto Internacional Salgado Filho - RS está entre os maiores aeroportos do Brasil movimentando cerca de 8 milhões de passageiros e 60 mil aeronaves por ano. Desde 2017, concedido à iniciativa privada, sofreu intervenções planejadas objetivando ampliar sua infraestrutura durante o período de concessão. Com uma perspectiva de crescimento da demanda por transporte aéreo, este estudo buscou comparar a evolução da demanda de transporte de passageiros e a capacidade da infraestrutura do terminal para atendê-la. Foram propostos três cenários para determinação das demandas futuras, abordando metodologias de projeção de demandas e baseado nas respectivas capacidades do terminal Salgado Filho. Foi possível analisar as demandas e capacidades do terminal de passageiros, do estacionamento de veículos, da pista de pouso e decolagem e do pátio de aeronaves. Os resultados demonstram a necessidade de intervenções em escalas variadas antes do prazo final da concessão, 2042, nos três cenários de projeção estudados.

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade de pessoas e bens é considerada um dos grandes desafios da sociedade moderna. Este tema exige dos gestores públicos um constante controle de sua evolução buscando oferecer aos demandantes níveis de serviço qualificados. Dentre os diferentes modos de transporte, o avião é o mais procurado para o transporte de passageiros regionais e internacionais. Além disso, sua importância para o transporte de cargas é também considerável, principalmente para cargas de alto valor agregado. O setor aeroviário transporta 40% do valor econômico de cargas no mundo, sendo 8% do seu peso total (TADEU, 2011)

Neste contexto, a infraestrutura aeroportuária tem grande importância no desenvolvimento de uma região. Junto com o transporte marítimo, o transporte aéreo é a mais importante porta de entrada e saída de produtos de um país, responsáveis por gerar grande parte das receitas alfandegárias e estimulando as relações econômicas internacionais.

Segundo estudo da ABDIB (2016), no Brasil, o percentual mínimo para manter a infraestrutura aeroportuária existente é estimado em 3% do PIB e para recuperação desta ainda seria necessário investir ao menos 5% do PIB nas próximas décadas. Assim pode-se afirmar que os gargalos criados nos aeroportos, pela falta de investimentos e aumento da demanda por esse transporte nos últimos anos, geram estruturas ineficientes, baixa as ofertas de voos, contribuindo para o aumento nas tarifas praticadas.

O RS, que faz fronteira com Argentina e Uruguai e próximo dos principais países que fazem parte do Mercosul, tem, na sua infraestrutura de transportes, um dos principais vetores de integração com outros países e estados brasileiros. Embora represente uma economia com alto potencial, com indústrias de manufaturas e de turismo, tem aumentado sua participação no PIB nacional de maneira discreta. Uma das deficiências que atrapalham essa representatividade, é a baixa oferta de modos de transporte, sendo quase 90% deste realizado via rodovias (EISENHUT, 2015).

Nesse contexto, o desenvolvimento regional passa pelo uso de sistemas de transporte aéreo qualificados, com terminais aeroportuários estratégicos. Este trabalho aborda o estudo de caso do Aeroporto Internacional Salgado Filho e a expectativa do crescimento da demanda nos próximos anos, analisando as capacidades do terminal durante o período de concessão (de 2017 à 2042) e comparando-as com as demandas estimadas nesse período.

2. REVISÃO LITERARIA

2.1. Nível de Serviço e Capacidade

De acordo com Rizzati (2013), a capacidade de um componente depende do nível de serviço estipulado. O nível de serviço esperado é expresso por exemplo, pelo número de passageiros comportados ou pelo número máximo de pessoas em um fila.

Um aeroporto pode apresentar diferentes níveis de serviço, que podem ser do terminal de passageiros (TPS) ou somente do serviço de *check-in*. Os níveis de serviço normalmente são definidos estatisticamente ou arbitrariamente, sem levar em consideração a opinião dos usuários. Os principais níveis de serviço medidos em um aeroporto são divididos em duas áreas operacionais. O lado ar, que integra as operações de pista de pouso e decolagem e pátio de aeronaves e o lado terra, que integra o TPS, terminal de cargas (TECA), estacionamento de veículos, acesso ao aeroporto, entre outros (ARAÚJO, 2017).

A capacidade da pista de um aeroporto é definida como a média horária de operações (pouso e/ou decolagens), que podem ser acomodadas em uma pista ou em um conjunto delas, sob condições locais específicas (ANAC, 2007).

2.2. Métodos de Previsão de Demanda

No planejamento aeroportuário, a determinação da demanda futura é essencial. O processo necessário para a eficiência e segurança do tráfego aéreo, passageiro e carga, fica prejudicado sem essa informação. Além disso, é importante também saber como esta será dividida entre os diversos serviços do aeroporto (ALBUQUERQUE, 2005).

As previsões de demanda podem ser realizadas de duas maneiras: macro e micro. A macro pesquisa todo o mercado aéreo de um país, a micro pesquisa o mercado aéreo de um aeroporto. De acordo com Delorme (2004), a estimativa de demanda de tráfego e passageiros é imprecisa, mas essencial e depende das informações e recursos disponíveis para o estudo.

Conforme Albuquerque (2005), a previsão de demanda anual serve para estimar a receita anual do aeroporto. No entanto, para o dimensionamento físico e operacional de um aeroporto é necessária a demanda de hora-pico, que verifica o desempenho dos serviços ofertados.

A previsão de demanda é importante para várias áreas de gestão. Simões (2003), afirma que cabe ao poder público, que é responsável pela concessão, fiscalização dos serviços e desenvolvimento do setor de transportes, ter um amplo entendimento e ferramentas sobre previsões de demanda, para definição de planos diretores e investimentos em infraestrutura. Conforme Bresghello (2005), existem 3 métodos para calcular demanda: o método quantitativo, o método qualitativo ou a combinação do método quantitativo com o qualitativo. O método quantitativo utiliza dados numéricos, como séries históricas. Com esses dados são construídos modelos matemáticos que são denominados de técnicas de previsão. Já o método

qualitativo depende de opinião de especialistas e de usuários. Não é um método muito confiável pois depende da opinião de terceiros. A FAA, INFRAERO e outros dispõe de diferentes metodologias para prever demandas aeroportuárias. A escolha do método adequado dependerá dos dados disponíveis para o estudo.

2.3. Aeroporto Internacional Salgado Filho

O Aeroporto Internacional Salgado Filho foi concedido à iniciativa privada em leilão realizado em 16/03/2017, com prazo de 25 anos. A concessão tem como objetivo a ampliação, manutenção e exploração da infraestrutura aeroportuária (Tabela 1). Os dados utilizados como referência neste estudo basearam-se nos dados da estrutura futura prevista pela concessão.

Tabela 1: Expansões no Aeroporto Internacional Salgado Filho

Estrutura	Atual	Futura
Terminal de passageiros 1	37.600 m ²	73.000 m ²
Terminal de passageiros 2	14.336 m ²	14.336 m ²
Pista 11/29	2.280 m x 45 m	3.200 m x 45 m
Portões de Embarque	17	21
Pontes de Embarque	10	16
Posições de Aeronaves	27 (10 contatos, 17 remotas)	28 (16 contatos, 12 remotas)
Estacionamento	2.800 vagas	4.400 vagas

Fonte: Fraport (2019).

3. METODOLOGIA ADOTADA

3.1. Previsão da Demanda de Passageiros

Para estabelecer a demanda e a capacidade aeroportuária, é necessário analisar variáveis técnicas, econômicas e sociais que explicam a procura pelo transporte aéreo. Assim, foram avaliadas diferentes metodologias disponíveis na literatura e consideradas premissas, tais como: facilidade de aplicação, adequação ao aeroporto em estudo e informações disponíveis.

Nesta pesquisa, foi adotado o método de projeções, baseado em séries históricas, para o cálculo da previsão da demanda de passageiros. Este método caracteriza-se pela fácil obtenção e aplicação de dados. Para o Aeroporto Internacional Salgado Filho, com base nos dados de movimentação anual desde o ano 2000 (ANAC, 2018), pode-se prever a movimentação de passageiros durante os 25 anos de concessão. A demanda de crescimento médio projetada foi de 3,5% a.a. Esta projeção é apresentada na Figura 1.

Além da projeção deste estudo, foram analisadas mais duas projeções a partir de estudos do Ministério dos Transportes e do BNDES. O Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (2018) lançou em novembro de 2018 o Plano Aeroviário Nacional (PAN) traçando necessidades e investimentos para o intervalo entre 2018 a 2038. O PAN previu uma demanda de crescimento médio projetada de 4,6% a.a. para o Aeroporto Internacional Salgado Filho, conforme pesquisas de origem e destino realizadas pelo laboratório de transporte e logística da Universidade Federal de Santa Catarina.

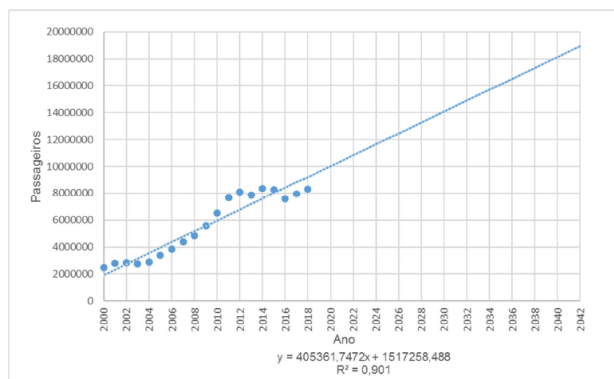


Figura 1: Projeção do movimento de passageiros até 2042

Da mesma forma, o BNDES (MCKINSEY&COMPANY, 2010) realizou um estudo para o setor de transporte aéreo do Brasil, chegando a cenários de crescimento para os 20 principais aeroportos do Brasil até o ano de 2030. As projeções do estudo do BNDES foram desenvolvidas por dois modelos de projeções: o *top-down* e *bottom-up*. Estes chegaram a uma taxa de crescimento de 7,4% a.a. para o Aeroporto Internacional Salgado Filho.

Sendo assim, esta pesquisa avaliou a capacidade dos terminais do Aeroporto Internacional Salgado Filho considerando três cenários de crescimento: pessimista (este Estudo com 3,5% a.a.), conservador (PAN com 4,6% a.a.) e otimista (BNDES com 7,4% a.a.).

3.2. Métodos de Previsão Adotados

Para a previsão de capacidade do TPS, avaliou-se os métodos da ANAC, da INFRAERO e de Medeiros. O método de Medeiros avalia a capacidade total do TPS e o nível de serviço oferecido, caracterizando-se como uma análise prática e sendo este o método adotado nesta pesquisa.

A capacidade do estacionamento de veículos teve sua previsão realizada pelo método da INFRAERO. Este utiliza faixas de pax/ano para o cálculo das vagas de estacionamento, chegando a valores considerados mais adequados para este estudo. O método da FAA, foi desconsiderado pois, embora tenha prática aplicação, utiliza a mesma relação para qualquer valor de movimentação de pax/ano. Assim, pode gerar um número de vagas de estacionamento superdimensionadas ou subdimensionadas.

A previsão da capacidade da pista de pouso e decolagem foi obtida pelo método da INFRAERO. Este foi escolhido por levar em consideração as características da pista: como o croqui e a instrumentação de auxílio à navegação. Em relação ao método da FAA, o método da INFRAERO destaca-se por acrescentar fatores multiplicativos que adequam-se melhor à realidade dos aeroportos brasileiros.

Para a previsão da capacidade do pátio de aeronaves foram avaliados os métodos da FAA, da INFRAERO e de Horonjeff. Este último foi adotado em função de sua praticidade e melhor adequação a aeroportos de grande movimentação diária.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Análise da Capacidade e Demanda do TPS

A Figura 2 apresenta a capacidade do TPS para os três cenários propostos.

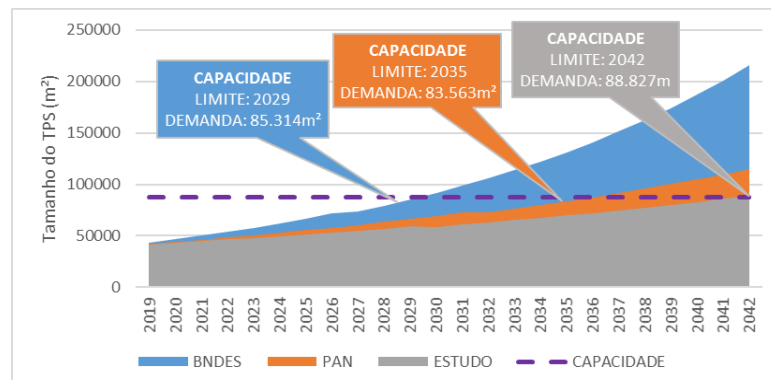


Figura 2: Ano Limite da Capacidade do TPS para as Projeções

A capacidade do TPS será de 87.336 m² após a expansão somando os dois terminais existentes no aeroporto. O TPS chegará ao seu limite de operação no ano de 2029 pela projeção do BNDES (7,4%a.a.), no ano de 2035 pela projeção do PAN (4,6%a.a.) e no ano de 2042 pela projeção do ESTUDO (3,5%a.a.). Considerando que o TPS, cuja ampliação será concluída na Fase I-B da concessão, não terá mais novas áreas para expansão, ao analisarmos a projeção otimista, este irá operar acima de sua capacidade a partir de 2029.

4.2. Análise da Capacidade e Demanda do Estacionamento de Veículos

O estacionamento de veículos terá 4.400 vagas até outubro de 2019 com a finalização das obras da concessão nesta área. A Figura 3 mostra que a demanda para o estacionamento de veículos já é ultrapassada no ano de 2019 para as três projeções propostas. Isto demonstra uma situação preocupante para o acesso ao aeroporto, mostrando uma defasagem de estacionamento de veículos.

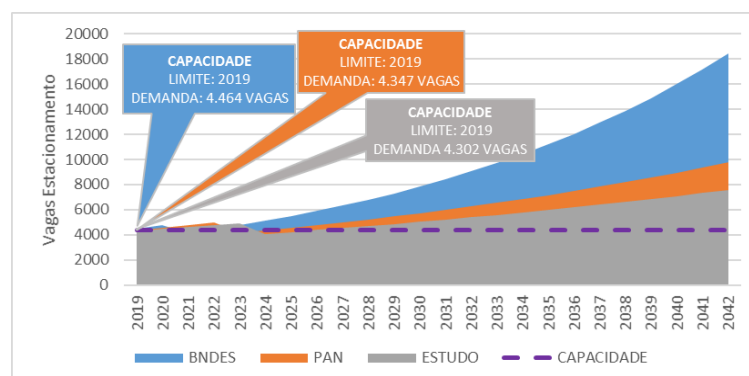


Figura 3: Ano Limite da Capacidade do Estacionamento de Veículos para as Projeções

4.3. Análise da Capacidade e Demanda da Pista de Pouso e Decolagem

A pista de pouso e decolagem apresenta como limite máximo de 45 operações horárias, valor que será mantido até o final da concessão do aeroporto em 2042 (Tabela 2). Observa-se assim, na Figura 4, que a pista de pouso e decolagem opera com significativo conforto para a demanda do PAN (4,6%a.a.) e deste ESTUDO (3,5%a.a.). No entanto, para a demanda otimista do BNDES (7,4%a.a.), a capacidade é ultrapassada em 2033. É um resultado preocupante pelo fato de o Aeroporto Internacional Salgado Filho possuir somente uma pista

e não possuir área física suficiente para a construção de uma segunda pista. Tal fato alerta a necessidade de monitoramento do aumento da demanda de operação deste aeroporto para o planejamento de expansão ou construção de um novo aeródromo.

Tabela 2: Capacidade da Pista de Pouso e Decolagem

ANO	CAPACIDADE (Número de Operações Horárias)
2019	45
2042	45

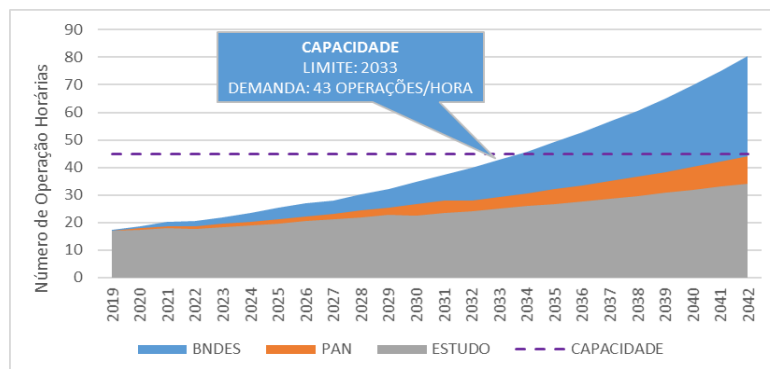


Figura 4: Capacidade e Demanda da Pista de Pouso e Decolagem

4.4. Análise da Capacidade e Demanda do Pátio de Aeronaves

O pátio de aeronaves contará com um aumento de sua capacidade de operações horárias de 35 para 44 durante o período da concessão, conforme apresenta a Tabela 3. A partir do Figura 5, observa-se que a capacidade do pátio de aeronaves é ultrapassada na projeção de demanda do BNDDES (7,4% a.a.) no ano de 2033 e na projeção do PAN (4,6% a.a.) no ano de 2042.

Tabela 3: Capacidade do Pátio de Aeronaves

ANO	CAPACIDADE (Número de Operações Horárias)
2019	35
2042	44

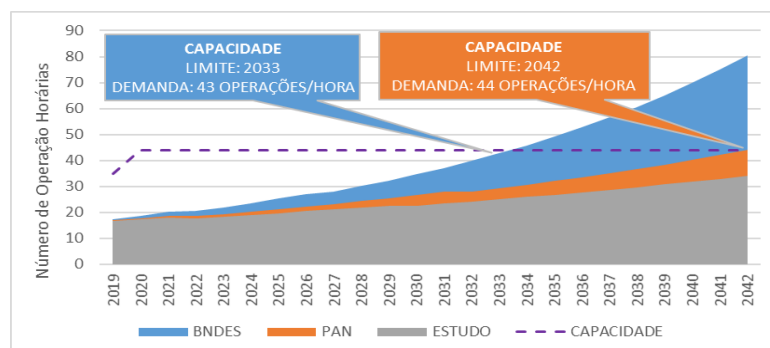


Figura 5: Capacidade e Demanda do Pátio de Aeronaves

4. CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo analisar a relação de demanda *versus* capacidade durante o

período de concessão do Aeroporto Internacional Salgado Filho. Metodologias práticas e adequadas para avaliação de demanda e capacidade do lado ar (pista e pátio de aeronaves) e do lado terra (TPS, estacionamento e acessos) foram adotadas para as análises deste aeroporto. Para isso, foram escolhidos três cenários de crescimento da demanda de passageiros: pessimista (Estudo), conservador (PAN) e otimista (BNDES). Estes cenários foram analisados e comparados às capacidades do TPS, do estacionamento de veículos, da pista de pouso e decolagem e do pátio de aeronaves. A Tabela 4 apresenta um resumo das análises, identificando os possíveis gargalos do sistema operacional.

Tabela 4: Diagnóstico dos Sistemas Analisados

Projeções	Lado Ar		Lado Terra	
	Pista	Pátio	TPS	Estacionamento
BNDES (7,4% a.a.)	Necessita de Investimentos (2033)	Necessita de Investimentos (2033)	Necessita de Investimentos (2029)	Necessita de Investimentos (2019)
PAN (4,6% a.a.)	Capacidade Suficiente	Necessita de Investimentos (2042)	Necessita de Investimentos (2035)	Necessita de Investimentos (2019)
ESTUDO (3,5% a.a.)	Capacidade Suficiente	Capacidade Suficiente	Necessita de Investimentos (2042)	Necessita de Investimentos (2019)

Pela previsão otimista de demanda, todos os sistemas operacionais do aeroporto necessitarão de ampliação durante o período de concessão. O estacionamento de veículos atinge sua capacidade em 2019, o TPS terá sua capacidade ultrapassada no meio do período de concessão (2029) e o sistema pista e pátio chegará no limite das operações em 2033.

Pela previsão conservadora de demanda, o tempo de utilização dos sistemas operacionais aumenta: o sistema do lado ar terá sua capacidade ultrapassada somente para o pátio de aeronaves no ano de 2042. O TPS mantém sua capacidade apenas até 2036. Já o estacionamento de veículos, se esgota, prematuramente, em 2019.

Pela projeção pessimista de demanda, percebe-se que os sistemas operacionais do lado ar possuem capacidade plena para atender o período de concessão. No lado terra, o estacionamento de veículos tem sua capacidade limitada à 2019 e o terminal de passageiros atingirá a capacidade instalada no último ano da concessão.

O monitoramento das condições de infraestrutura de transporte aéreo é um ponto de extrema importância e que sustenta a estruturação e gerenciamento de um aeroporto. Entendendo que o transporte aéreo desempenha importante papel na economia de uma região, o grande desafio dos gestores da área é manter as infraestruturas adequadas ao seu uso. Esse complexo contexto envolve a constante avaliação das condições de demanda e capacidade ofertada. O estudo de caso, desta pesquisa, exemplifica como é possível haver variabilidade nos cenários passando a tornar ineficaz ou não determinada infraestrutura.

Por fim, recomenda-se aos órgãos gestores do sistema de transporte aéreo, o monitoramento anual das taxas de crescimento da demanda de transporte aéreo no terminal para identificar sua tendência de crescimento futura e determinar, em tempo hábil, os ajustes necessários à qualificação do nível de serviço no aeroporto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). *Demanda na hora-pico: aeroportos da Rede INFRAERO*. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2007.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). *Aeroporto Internacional de Porto Alegre*. Brasília, DF, 2018.
- ALBUQUERQUE, Rafael Menezes. *Um Estudo da Malha Aeroportuária Brasileira*. 2005. 52 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) – Divisão de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2005.
- ARAÚJO, Naira Barboza. *Análise do Nível de Serviço da Distância Caminhável em Aeroportos Brasileiros*. 2017. 31 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação), Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville - Aluno, Joinville, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INFRAESTRUTURA E INDÚSTRIAS DE BASE (ABDIB). *Proposta para retomada dos investimentos em infraestrutura*. São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.abdib.org.br/wpcontent/uploads/2017/04/Propostas-da-infraestrutura-2016-2018.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- BRESEGHELLO, Fernando Neves. *Estudo comparativo de métodos de previsão de demanda: uma aplicação ao caso dos aeroportos com tráfego aéreo regular administrados pelo DAESP*. 2005. 104 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2005.
- DELORME, Laurent Dantas. – *Aspectos Econômicos e Financeiros da Análise de Viabilidade de Aeroportos*. 2004. 129 f. Trabalho de Graduação - Divisão de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2004.
- EISENHUT, Luciano. *Transporte Aéreo de Cargas: a atual realidade e perspectiva com a ampliação da pista do aeroporto internacional salgado filho*. 2015. 78 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- FRAPORT. Informações Passadas a Secretária Nacional de Aviação Civil. 10 jan. 2019.
- MCKINSEY & COMPANY, INC; BNDES. **Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: relatório consolidado**. Rio de Janeiro: Mckinsey & Company 379 f. 2010. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/7666>>. Acesso em 15 maio 2019
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL. PAN 2018 - *Plano Aeroviário Nacional*. Brasília: [s. n.], 2018.
- RIZZATTI Maureani Simon. *Análise do Dimensionamento do Terminal de Passageiros do Aeroporto Internacional Hercílio Luz - Florianópolis*. 2013. 107 f. Trabalho de Diplomação (Graduação de Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- SIMÕES, André Felipe. *O Transporte Aéreo Brasileiro no Contexto de Mudanças Climáticas Globais: Emissões de CO2 e Alternativas de Mitigação*. 2003. 288 f. Tese (Doutorado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- TADEU, Hugo Ferreira Braga et al. *Logística aeroportuária: análises setoriais e o modelo de cidades-aerportos*. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

Eder Specht (ederspecht@gmail.com)
João Hermes Nogueira Junqueira (hermes@unisinors.br)
Danielle de Souza Clerman (daniellebruxel@unisinors.br)
Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
Av. Unisinors, 950 – São Leopoldo, RS, Brasil