

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Daniel Matos Studart

Regulação de aeroportos por gatilhos de
investimento: explorando o equilíbrio entre
oferta e demanda

Trabalho de Graduação

2020

Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

Daniel Matos Studart

**Regulação de aeroportos por gatilhos de
investimento: explorando o equilíbrio entre
oferta e demanda**

Orientador: Professor Doutor Evandro José da Silva

ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Divisão de Informação e Documentação

Studart, Daniel Matos

Regulação de aeroportos por gatilhos de investimento: explorando o equilíbrio entre oferta e demanda / Daniel Matos Studart.

São José dos Campos, 2020.

50f

Trabalho de Graduação – Engenharia Civil-Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2020. Orientador: Professor Doutor Evandro José da Silva

1. Modelos de concessão. 2. Viracopos. 3. Gatilho de investimento 4. Plano de Exploração Aeroportuária I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Regulação de aeroportos por gatilhos de investimento: explorando o equilíbrio entre oferta e demanda

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

STUDART, Daniel Matos. **Regulação de aeroportos por gatilhos de investimento: explorando o equilíbrio entre oferta e demanda**. 2020. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR : Daniel Matos Studart

TÍTULO DO TRABALHO: Regulação de aeroportos por gatilhos de investimento: explorando o equilíbrio entre oferta e demanda.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2020

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Daniel Matos Studart

Rua H8-B, 237, Campus do DCTA

12228-461, São José dos Campos - SP

Regulação de aeroportos por gatilhos de investimento: explorando o equilíbrio entre oferta e demanda

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação

Daniel Matos Studart

Daniel Matos Studart

Autor

Evandro José da Silva

Prof. Dr. Evandro José da Silva (ITA)

Orientador

João Cláudio Bassan de Moraes

Prof. João Cláudio Bassan de Moraes

Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 10 de novembro de 2020

Dedico este trabalho aos meus pais, à minha irmã, aos meus amigos e aos meus mestres, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho acadêmico.

Agradecimentos

Quero agradecer primeiramente a Deus, que me proporcionou a todo instante saúde física e mental e paz de espírito para que houvessem condições de contorno favoráveis à conclusão do curso.

Agradeço também aos meus pais, João Edisio Studart e Luiza Márcia Studart, e à minha irmã, Lívia Studart que sempre foram minha base e são o que tenho de mais valioso na vida.

Agradeço a todos os meus amigos que estiveram ao meu lado, em especial Levi Medeiros, Filipe Rolim, Davi Brasil, João Victor Mendes, Samuel Brasil, Marcos Moreira, Caio Cesar e Erick de Castro, que tornaram a caminhada pelo ITA bem menos difícil.

Por fim, agradeço também aos meus mestres, meu orientador Prof. Dr. Evandro, que esteve sempre muito disponível para todo o apoio que precisei para a realização deste trabalho, meus professores durante toda a graduação e aos professores do preparatório para o vestibular.

“A persistência é o caminho do êxito”.

(Charles Chaplin)

Resumo

Com o contexto do lançamento da sexta rodada das concessões aeroportuárias no Brasil, faz-se necessária uma avaliação da eficiência da aplicação dos modelos de concessão na expansão da estrutura aeroportuária, atingindo-se equilíbrio entre oferta de infraestrutura e a demanda. O presente trabalho explora o papel de duas variáveis importantes no modelo de gatilhos de investimento. A primeira variável é o nível de demanda que dispara uma expansão. A segunda variável é o acréscimo de capacidade a cada expansão. Foram construídos 3 cenários de demanda para um horizonte de 35 anos. Variando-se as duas variáveis mencionadas, demonstra-se a eficiência do modelo resultante, expressa em termos da diferença relativa entre capacidade e demanda. De forma geral, é possível concluir que o modelo apresenta resultados que variam sensivelmente de acordo com a curva de demanda, sendo o caso de demanda crescente o correspondente aos melhores resultados em termos de equilíbrio demanda-capacidade. Entre cenários com a mesma demanda, os resultados foram expressivamente melhores quanto menor o passo de acréscimo de capacidade utilizado em caso de necessidade de ampliação.

Abstract

In the context of the launch of the sixth round of airport concessions in Brazil, it is necessary to evaluate the efficiency of the application of the concession models in the expansion of the airport structure, achieving a balance between infrastructure supply and demand. This work explores the role of two important variables in the investment trigger model. The first variable is the level of demand that triggers an expansion. The second variable is the increase in capacity at each expansion. Three demand scenarios were constructed for a 35-year horizon. By varying the two variables mentioned, one demonstrates the efficiency of the resulting model, expressed in terms of the relative difference between capacity and demand. In general, it is possible to conclude that the model presents results that vary significantly according to the demand curve, being the case of increasing demand the one corresponding to the best results in terms of demand-capacity equilibrium. Among scenarios with the same demand, the results were expressivametely better the smaller the step of capacity increase used in case of need for expansion.

Lista de Figuras

Figura 1 Tráfego de passageiros no Brasil (em milhões de passageiros) (BNDES, 2016)	16
Figura 2 Investimento por passageiros a preços corrigidos pelo INCC (em R\$) para comparação base em 2012 (BNDES, 2016)	17
Figura 3 Demanda versus capacidade aeroportuária em 2013 (milhões de passageiros) (BNDES, 2016)	17
Figura 4 Tráfego de passageiros no Brasil (em milhões de passageiros) (Hórus, 2020)	18
Figura 5 Movimentação de passageiros no Aeroporto de Viracopos (milhares de passageiros) (BNDES, 2019)	19
Figura 6 Estruturas de receita nos aeroportos da ACI, 2010 (excluindo itens não operacionais) (Graham, 2014).....	21
Figura 7 Estrutura de custos nos aeroportos da ACI, 2010 (Graham, 2014).....	21
Figura 8 Rodadas de concessões aeroportuárias (BNDES, 2019).....	24
Figura 9 Maiores aeroportos com voos comerciais do país, conforme movimentação de passageiros anual. (BNDES, 2019)	25
Figura 10 Investimentos público e privado no setor de aeroportos (R\$ bilhões) (BNDES, 2019).....	26
Figura 11 Evolução dos editais (BNDES, 2019).....	26
Figura 12 Definição matemática dos termos do gatilho de investimento do contrato de concessão de Viracopos (ANAC, 2010).....	28

Figura 13 Parâmetros Mínimos de Dimensionamento	29
Figura 14 Movimentação aeroportuária histórica de Viracopos	31
Figura 15 Curva de demanda hora pico projetada D1	32
Figura 16 Curva de demanda hora pico projetada D2	33
Figura 17 Curva de demanda hora pico projetada D3	33
Figura 18 Resultado da capacidade e demanda hora pico doméstica do cenário C(13,2,1).....	37
Figura 19 Resultado da capacidade e demanda hora pico internacional do cenário C(13,2,1)	37
Figura 20 Resultado da capacidade e demanda hora pico doméstica do cenário C(13,2,2).....	38
Figura 21 Resultado da capacidade e demanda hora pico internacional do cenário C(13,2,2)	39
Figura 22 Resultado da capacidade e demanda hora pico doméstica do cenário C(13,2,3).....	40
Figura 23 Resultado da capacidade e demanda hora pico internacional do cenário C(13,2,3)	40
Figura 24 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D1	41
Figura 25 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D2	42
Figura 26 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D3	43

Lista de Tabelas

Tabela 1 Fontes de receitas aeroportuárias operacionais (Graham, 2014).....	20
Tabela 2 Relações recomendadas pela FAA para cálculos de TPHP para números anuais Ashford et al. (2013).....	32
Tabela 3 Mapeamento de modelos teste de acordo com os valores de G (primeira coluna) e P (primeira linha) (Autorial, 2020)	36
Tabela 4 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D1 (Autorial, 2020)	41
Tabela 5 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D2 (Autorial, 2020)	42
Tabela 6 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D3 (Autorial, 2020)	43
Tabela 7 Resultados dos valores de E para cenários utilizando P de 2 anos (Autorial, 2020) ..	44
Tabela 8 Resultados dos valores de E para cenários utilizando P de 3 anos (Autorial, 2020) ..	45
Tabela 9 Resultados dos valores de E para cenários utilizando P de 4 anos (Autorial, 2020) ..	45
Tabela 10 Resultados dos valores de E para cenários utilizando P de 5 anos (Autorial, 2020)	46

Lista de Abreviaturas e Siglas

ACI	Avaliação das Condições das Instalações
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
EVTEA	Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
FAB	Força Aérea Brasileira
INCC	Índice Nacional de Custo da Construção
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
PAN	Planos Aeroviário Nacional
PEA	Plano de Exploração Aeroportuária
PGI	Plano de Gestão de Infraestrutura
PMD	Parâmetros Mínimos de Dimensionamento
PMI	Programa de Melhorias da Infraestrutura
RMA	Resumo de Movimentação Aeroportuária
ROR	<i>Rate os Return</i>
VPL	Valor Presente Líquido
WACC	<i>Waighted Average Cost os Capital</i>

Sumário

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Contexto.....	16
1.2 Definição do Problema e Motivação	18
1.3 Objetivos.....	19
1.4 Estrutura do documento	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Gestão Aeroportuária	20
2.2 Tipos de Privatização	22
2.3 Histórico de Concessões no Mundo.....	23
2.4 Histórico de Concessões no Brasil.....	23
2.5 PEA, PGI e Gatilhos de Investimento.....	27
3 METODOLOGIA PROPOSTA	30
3.1 Modelagem da demanda de entrada.....	31
3.2 Capacidade aeroportuária	33
3.3 Método de projeção de demanda pós gatilho.....	34
3.4 Métrica de desempenho.....	34
3.5 Algoritmo.....	35
3.6 Resumo de cenários	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1 Casos específicos	37
4.2 Resultados de aproveitamento obtidos dos cenários testados	41
5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	47
6 BIBLIOGRAFIA	48

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

O setor de transporte aéreo ganhou bastante importância no âmbito nacional, sendo marcado por um crescente aumento na demanda pelo serviço tanto de cargas como de pessoas. Segundo o BNDES (BNDES, 2016), a demanda cresceu a uma taxa média de 10,3% a.a. entre 2003 e 2014, conforme ilustra a **Figura 1**. É neste recorte temporal que se insere a concessão do aeroporto de Campinas (SBKP), licitado em 2012 e utilizado como base para a criação dos cenários explorados nesta pesquisa.

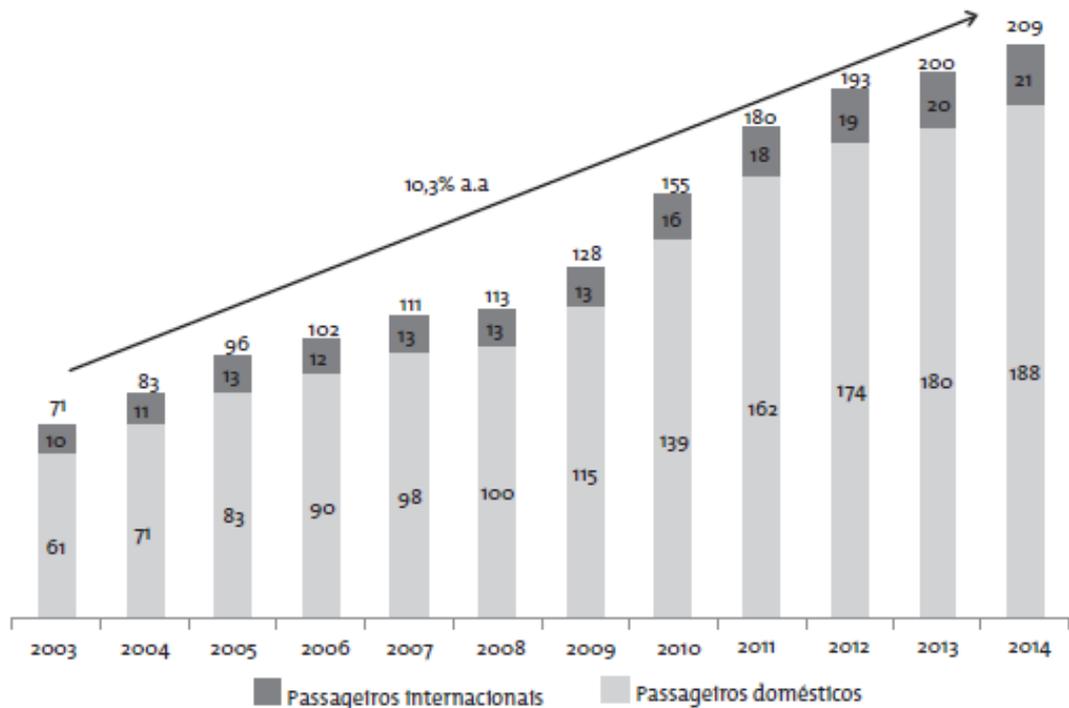


Figura 1 Tráfego de passageiros no Brasil (em milhões de passageiros) (BNDES, 2016)

Dada essa demanda crescente no período, era evidente a necessidade de uma infraestrutura que comportasse toda essa movimentação, para que isso não se tornasse um gargalo para o desenvolvimento do setor.

Em desacordo com a referida necessidade, o panorama brasileiro de estrutura aviária mostra que em 2008 o investimento por passageiro atingiu um nível muito baixo em relação aos anos anteriores (**Figura 2**), o que ajuda a explicar as deficiências de capacidade evidenciadas na **Figura 3**.

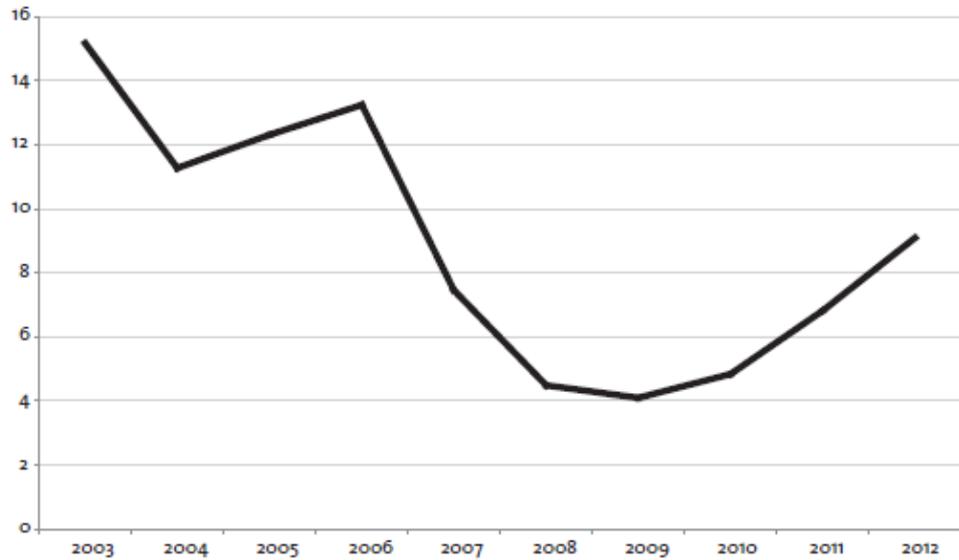


Figura 2 Investimento por passageiros a preços corrigidos pelo INCC (em R\$) para comparação base em 2012 (BNDES, 2016)

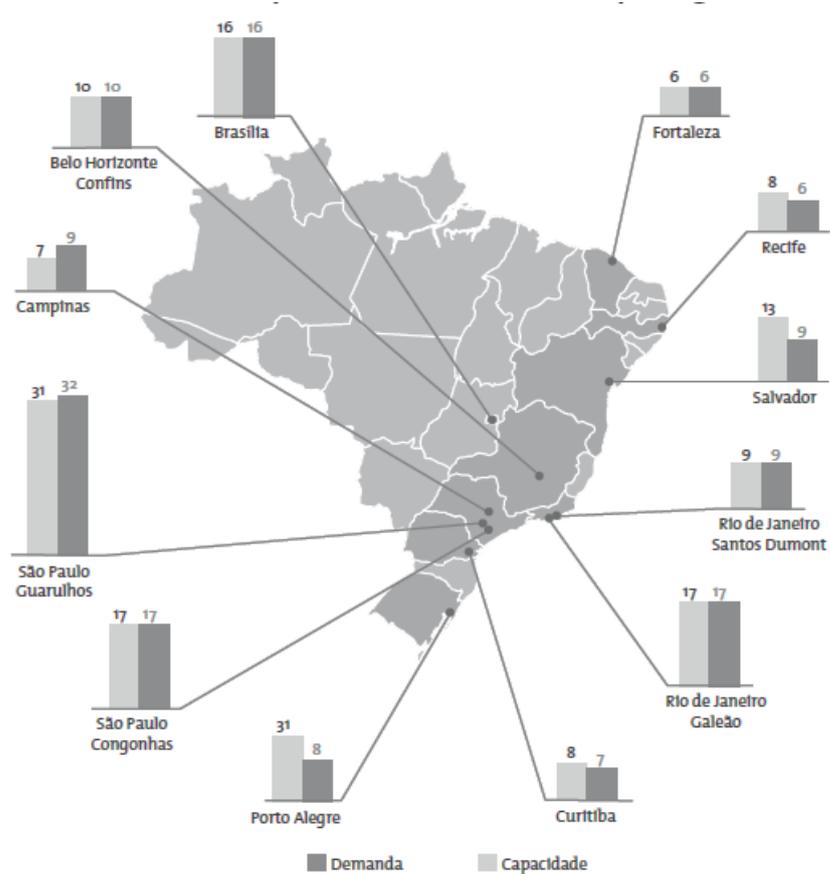


Figura 3 Demanda versus capacidade aeroportuária em 2013 (milhões de passageiros) (BNDES, 2016)

Em 2008 não só o mercado brasileiro de transporte aéreo crescia, quanto a Azul Linhas Aéreas iniciava suas operações no Brasil, tendo o Aeroporto de Campinas como *hub* (Aviação Brasil, 2020). Em adição, existia uma expectativa de crescimento de demanda potencializado pela Copa do Mundo, que ocorreria em 2014 e as Olimpíadas em 2016.

No entanto, abalos políticos e econômicos produziram uma forte mudança de tendência no mercado de transporte aéreo, como mostra a Figura 4.



Figura 4 Tráfego de passageiros no Brasil (em milhões de passageiros) (Hórus, 2020)

Se para o mercado brasileiro verifica-se esta mudança de tendência, o caso de alguns aeroportos é ainda mais drástico, como a seguir se argumenta em relação ao aeroporto de Campinas.

1.2 Definição do Problema e Motivação

Conforme apresentado, O Aeroporto de Campinas foi licitado em um momento de otimismo, ao passo que enfrentou anos de queda na demanda, colocando à prova a modelagem da concessão:

Em 2018, o aeroporto teve menos de 40% da demanda projetada originalmente. Na medida em que passageiros e cargas são os principais *drivers* de receita do aeroporto, a sustentabilidade financeira do ativo fica bastante prejudicada diante de tamanho erro de projeção. (BNDES, 2019)

A concessão do aeroporto de Viracopos sofreu uma série de problemas durante seu período de privatização vigente no contrato, acarretando em problemas financeiros sérios para a concessionária inviabilizando a continuidade da parceria publico-privada. Uma breve amostra da origem do problema se dá pela relação entre a projeção da demanda esperada durante o leilão no estudo do EVTEA e o valor realizado, como apresenta a Figura 5.

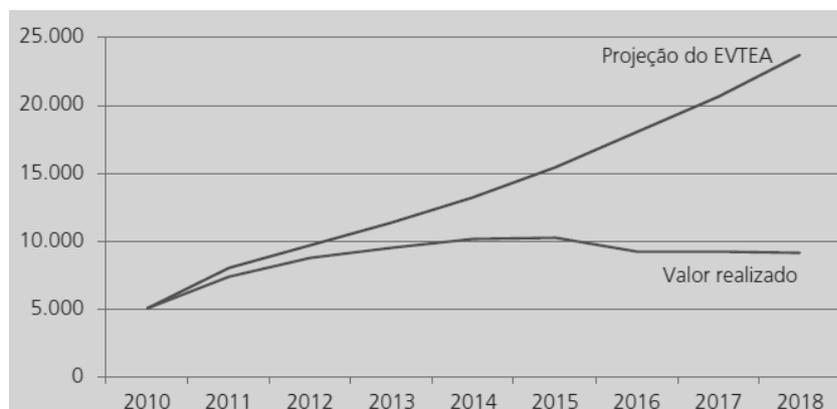


Figura 5 Movimentação de passageiros no Aeroporto de Viracopos (milhares de passageiros) (BNDES, 2019)

A queda na demanda realizada não prevista, associada ao modelo de gatilho de investimentos adotado no contrato de concessão, pode ser apontada como causador de superinvestimento¹, degradando os resultados financeiros. Os resultados mostrados na Figura 5 trazem uma projeção de demanda no início da concessão de cerca de 160% acima do que o que foi realizado.

Este caso inspirou um questionamento sobre a configuração ideal de mecanismos de contrato que atinjam um balanço adequado entre garantia de capacidade e que ao mesmo tempo possam evitar excesso de investimentos, considerando as dificuldades do contexto nacional de inconstâncias políticas e econômicas. Infelizmente, não foi possível identificar dados suficientes para uma abordagem fidedigna do aeroporto que inspirou este estudo. Por esta razão, opta-se por uma abordagem teórica ao problema.

1.3 Objetivos

Explorar a influência das principais variáveis no modelo de gatilho de investimentos sob cenários de demanda variável, evidenciando-se as configurações mais adequadas para este tipo de modelo, de forma a equilibrar capacidade e demanda.

1.4 Estrutura do documento

O texto será organizado em quatro partes, sendo a primeira destinada a uma breve introdução teórica acerca do assunto, incluindo algumas particularidades do modelo, a segunda direcionada para a apresentação da metodologia utilizada para análise, a qual inclui a apresentação de dados de entrada, a terceira, na qual há a apresentação e a discussão dos resultados, e a quarta, contando com a conclusão e sugestões de trabalhos futuros.

¹ Adotando-se os coeficientes de hora pico previstos em Asford et al. (2013), as declarações de capacidade e as movimentações anuais (dados da ANAC/portal Horus), por exemplo, para o ano de 2016, verifica-se que enquanto SBGR e SBSP operam acima da capacidade, SBKP opera 63% (doméstico) ou 45% (internacional) da capacidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o desenvolvimento da análise, o entendimento do contexto segue por um breve resumo sobre gestão aeroportuária, histórico e tipos de privatizações e uma breve explicação de alguns termos do contrato de concessão do aeroporto de Campinas.

2.1 Gestão Aeroportuária

A estrutura de receitas de um aeroporto pode ser subdividida em basicamente duas categorias, sendo exemplos de receitas aeronáuticas e as não-aeronáuticas mais comumente identificadas em demonstrações financeiras por administradores aeroportuários conforme Tabela 1. As receitas aeronáuticas são aquelas relacionadas diretamente com a operação de aeronaves e movimentação de passageiros e mercadorias. As receitas não aeronáuticas são as geradas por atividades que não são diretamente relacionadas à operação de aeronaves, como atividades comerciais dentro do terminal e alugueis de estacionamento (Graham, 2014).

Tabela 1 Fontes de receitas aeroportuárias operacionais (Graham, 2014)

Aeronautical	Non-aeronautical
Landing fees	Retail*
Passenger fees	Food and beverage (F&B)*
Aircraft parking fees	Car hire*
Handling fees (if handling is provided by the airport operator)	Advertising*
Terminal rental fees (e.g. In USA)	Car park*
Other aeronautical fees (air traffic control, lighting, airbridges etc.)	Recharges (for gas, water, electricity etc.)
	Other non-aeronautical revenue (consultancy, visitor and business services, property development etc.)

* Usually shown as 'concession revenue' if provided by a third party.

A Figura 6 apresenta a distribuição da relevância de cada fonte de receita apresentado na pesquisa econômica da ACI (excluindo itens não operacionais) realizada em 2010.

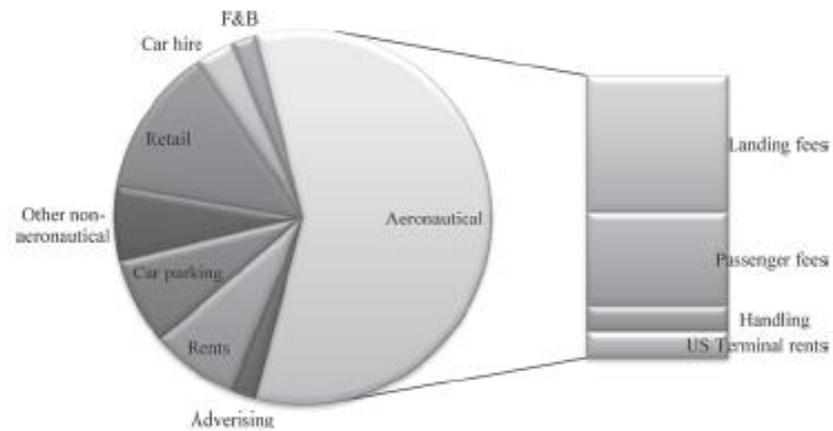


Figura 6 Estruturas de receita nos aeroportos da ACI, 2010 (excluindo itens não operacionais) (Graham, 2014)

Quanto aos custos, não há um consenso muito bem consolidado entre a padronização da classificação, porém há recomendações de alguns órgãos. Por exemplo a ACI traz em seu estudo econômico uma segmentação dos custos, como visto na Figura 7.

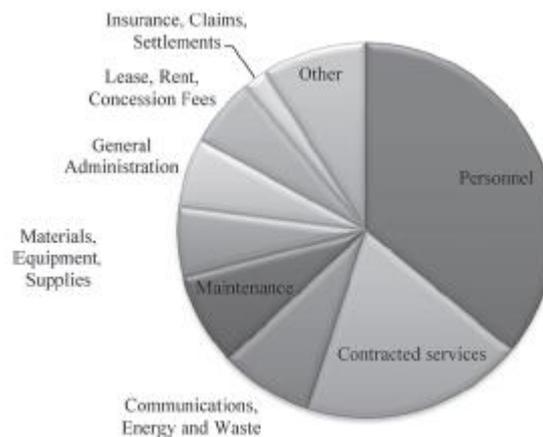


Figura 7 Estrutura de custos nos aeroportos da ACI, 2010 (Graham, 2014)

Embora os custos associados à remuneração da concessão não figurem entre os mais elevados, deve-se esperar um crescimento desta fatia durante os períodos de menor demanda, especialmente se isso ocorrer após investimentos expressivos.

A importância dessa estrutura de receitas e custos se dá pela razão de que as duas em conjunto determinam o resultado financeiro líquido que será recebido pelo administrador aeroportuário.

Para a empresa que está concorrendo a uma concessão, a decisão do quanto pode ser investido é feita pelos passos: (i) Projeção das receitas, custos e despesas, com o objetivo de se obter o resultado de projeção do caixa da empresa, para o horizonte da concessão; (ii) Previsões de aporte de capital, principalmente relacionados com outorgas e obras de ampliações também durante o período de duração do contrato; (iii) Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) dos valores de caixa através da taxa de desconto do custo de capital WACC (NUNES, 2015)

2.2 Tipos de Privatização

Ao se introduzir o tema de tipos de privatização, há de se considerar que a escolha de um modelo por parte do Estado envolve uma série de fatores como grau de financiamento e aporte de capital privado necessário, controle econômico do aeroporto e outros fatores que serão abordados posteriormente neste trabalho. Para que esses pontos sejam atendidos conforme interesses públicos, observamos que os processos de regulamentação entram como a primeira ferramenta com forte impacto nos resultados.

Esse critério de regulamentação é explorado tanto por meio de normas a nível internacional quanto nacional, onde muitos aspectos monitorados são técnicos, relacionados à operação e à segurança, e outros econômicos.

Este último é comumente regulado através dos diferentes tipos de abordagem de taxação do aeroporto pelo Estado, sendo os principais tipos (Graham, 2014):

- **Limitação da taxa de retorno**, obrigando os aeroportos a manterem uma certa proporcionalidade entre as receitas e os custos, objetivando a prevenção de formação de aeroportos com margens de lucro muito altas e a consequente formação de monopólios. O defeito desse modelo é o não incentivo para o corte de custos advindo de possíveis melhorias operacionais, por exemplo, já que isso significaria um aumento na taxação do aeroporto para manter o ROR (*Rate of Return*).
- **Regulação do teto de preços**, que mantém o objetivo do método de limitação de taxa de retorno, porém com a vantagem de incentivar a gestão do aeroporto a reduzir custos e, simultaneamente, controlar aumentos de preços.
- **Regulamento de gatilho**, visando manter as vantagens da regulação do teto de preços mas com o adicional do comprometimento do proprietário do aeroporto de investir e ampliar a estrutura de acordo com exigências de qualidade e adequação do serviço com a demanda.

Vale ainda ressaltar a diferença de abordagem *single till* e *dual till*, onde a regulação das taxas aeroportuárias considera a receita do aeroporto como um todo ou somente as receitas aeronáuticas, respectivamente.

Além do tipo de regulamentação, há de se estudar o modelo de privatização pelo qual essa regulamentação irá atuar, com o objetivo de viabilizar os critérios de interesse do Estado como já mencionado. Os principais tipos de privatização são:

- Oferta de participação acionária na bolsa de valores;
- Venda comercial privada;
- Concessão;
- Privatização por meio de projeto financeiro;
- Contrato de gestão.

2.3 Histórico de Concessões no Mundo

Se tratando de histórico, a primeira grande privatização aeroportuária ocorreu no Reino Unido em 1987 com o formato de *share flotation*, com seu financiamento através da capitalização conjunta na bolsa de valores de 7 aeroportos. Com o sucesso da privatização, surgiram discussões sobre o assunto e sua expansão, inicialmente na Inglaterra, na Áustria e na Dinamarca.

O ponto de virada para o crescimento da estratégia de financiamento de aeroportos foi em 1996, se espalhando pela Europa, Austrália, África do Sul, Argentina, entre outros. Após esta popularização, a atividade se tornou frequente no mundo inteiro com exceção dos períodos de 2002 e 2009, onde a guerra do Iraque e crises econômicas forçaram uma paralisação no crescimento das privatizações.

2.4 Histórico de Concessões no Brasil

No Brasil, a primeira concessão federal de aeroportos ocorreu em 2011 no RN com o aeroporto de São Gonçalo do Amarante (SBSG). A concessão foi considerada como uma espécie de piloto que serviu de experiência para a expansão para demais aeroportos no país.

A Figura 8 mostra a sequência das rodadas com os devidos aeroportos que foram incluídos em cada uma.



Figura 8 Rodadas de concessões aeroportuárias (BNDES, 2019)

Vale ressaltar que o Planos Aeroviário Nacional (PAN) prevê uma sexta rodada de concessões com cerca de 22 aeroportos separados por blocos e em seguida uma sétima rodada concluindo a concessão de todos os aeroportos da INFRAERO.

A Figura 9 mostra a relevância dos aeroportos já privatizados diante da movimentação nacional.

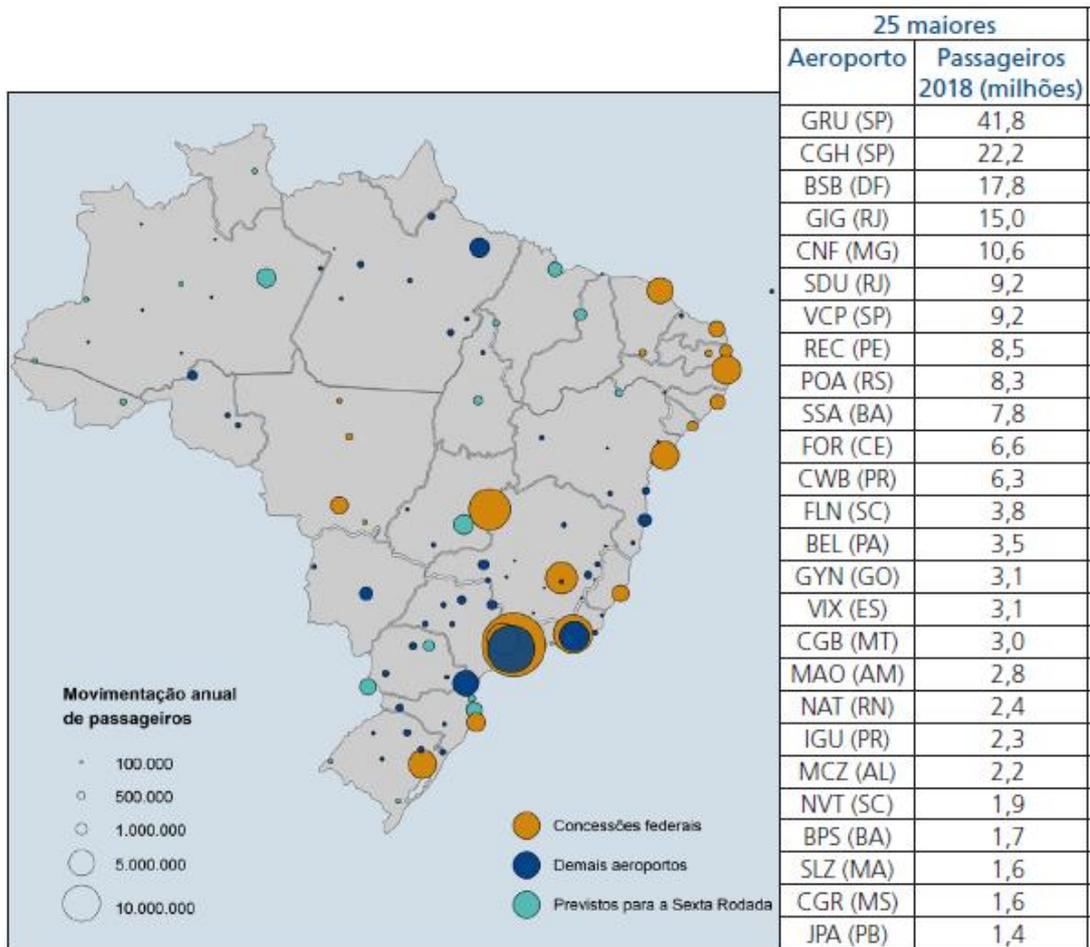


Figura 9 Maiores aeroportos com voos comerciais do país, conforme movimentação de passageiros anual. (BNDES, 2019)

A Figura 10 retrata o sucesso das atividades de privatizações aeroportuária do ponto de vista de investimento na infraestrutura, sendo resultado de altos ágios em relação ao planejado em cada rodada e resultando em melhoria dos índices de satisfação geral dos passageiros.

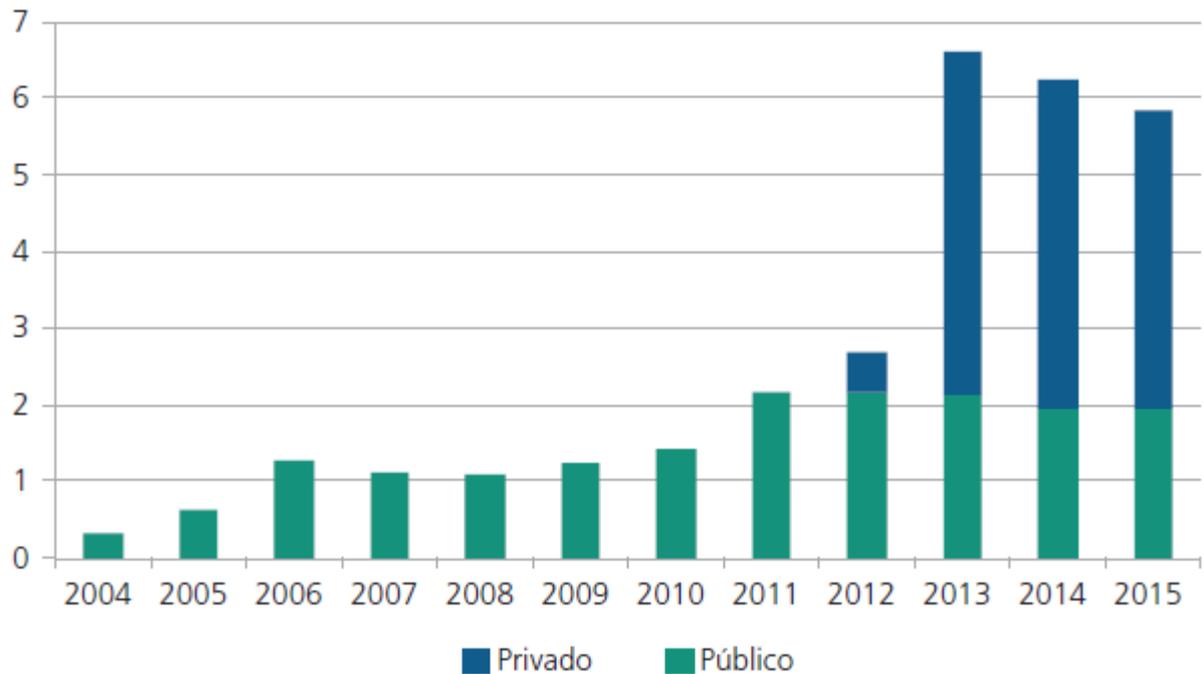


Figura 10 Investimentos público e privado no setor de aeroportos (R\$ bilhões) (BNDES, 2019)

Além do resultado positivo, para cada caso houve um aprendizado junto a experiência promovendo processos de aprimoramento nos modelos de concessão, havendo as características específicas de cada modelo, conforme Figura 11.

	Primeira rodada	Segunda rodada	Terceira rodada	Quarta rodada	Quinta rodada
Participação da (Infraero) (%)	0	49		0	
Outorga	Outorga fixa anual	Outorga fixa anual Outorga variável		Outorga fixa (25% + ágio adiantado; carência; <i>ramp up</i>) Outorga variável	Outorga fixa (100% adiantada) Outorga variável (carência e <i>ramp up</i>)
Ágio	São Gonçalo do Amarante 229%	Guarulhos 374% Brasília 673% Viracopos 160%	Galeão 294% Confins 66%	Fortaleza 18% Salvador 113% Florianópolis 58% Porto Alegre 852%	Nordeste 1.010% Sudeste 830% Centro-Oeste 4.739%
Gatilhos de <i>capital expenditure</i> (Capex)	Com gatilho	Grandes investimentos sem gatilho			Com gatilho
Obras públicas	Anexo 3 ao Contrato de Concessão: obras do poder público			Ausente	
Capital mínimo	5% a 10% do Capex dos primeiros cinco anos			25% da outorga fixa + ágio	
Perfil vencedor	Predomínio de construtoras nacionais			Predomínio de operadoras estrangeiras	

Figura 11 Evolução dos editais (BNDES, 2019)

2.5 PEA, PGI e Gatilhos de Investimento

Talvez a principal razão para as privatizações aeroportuárias iniciadas em 2011 no Brasil tenha sido aumentar os investimentos e atender à demanda. Por um lado, alguns investimentos foram estabelecidos em contrato de forma independente da demanda, como por exemplo, a ampliação de pistas (ex.: SBPA) ou a implantação de RESA.

Com o objetivo de que todos os interesses da concessão sejam atendidos, há a necessidade da formalização de todas as exigências de acordo com o Plano de Exploração Aeroportuária (PEA), que descreve detalhadamente, entre outros, os seus elementos:

- Previsão dos Elementos Aeroportuários Obrigatórios;
- Investimentos iniciais para melhoria da infraestrutura;
- Plano de Gestão da Infraestrutura (PGI);
- Nível de serviço por meio dos Parâmetros Mínimos de Dimensionamento (PMD);

Dessa forma o PEA garante o mapeamento dos componentes aeroportuários necessários, fazendo uma avaliação inicial e definindo um investimento inicial para adequação às necessidades logo de início.

Após isso define o PGI, assim como o PEA, também possui suas peças definidas tais como:

- Avaliação das Condições das Instalações (ACI);
- Programa de Melhorias da Infraestrutura (PMI);
- Resumo de Movimentação Aeroportuária (RMA), este com atualização mensal.

A partir das informações de ACI e de RMA, há uma comparação dessas informações, feitas de forma quantitativa pelas regras de Gatilho de Investimento para que a estrutura em análise satisfaça os níveis de serviços indicados no PMD. Dessa forma, é gerado o relatório que descreve os resultados dessa análise, o PMI.

Entrando mais no detalhe da descrição do contrato de concessão de Viracopos, o Gatilho de Investimento traz a descrição de sua formulação matemática de acordo com a Figura 12:

$$\frac{CHp_i}{DHp_i} \geq 1, \text{ sendo que } CHp_i = \frac{Ad_i}{Emp_i \times To_i} \times 60$$

Onde:

CHpi – capacidade na hora pico do componente “i” (pax/hora);

DHpi – demanda na hora pico do componente “i” (pax/hora);

Adi – área disponível no componente “i” (m²);

Empi – espaço mínimo por passageiro no componente “i” (m²/pax);

Toi – tempo de ocupação no componente “i” (minuto).

Figura 12 Definição matemática dos termos do gatilho de investimento do contrato de concessão de Viracopos (ANAC, 2010)

Já os valores utilizados como parâmetros mínimos de dimensionamento para que a estrutura seja considerada com nível de serviço satisfatório são de acordo com a Figura 13 abaixo.

Componente	Unidade	Valores na hora-pico	
		Doméstico	Internacional
1. Saguão de embarque: área necessária por ocupante; relação visitante-acompanhante por passageiro (v.a.) e tempo (minutos)	m ² /ocup.	2,3	2,3
	v.a./pax	1,0	1,0
	min	20	20
2. Área para formação de filas de check-in e despacho	m ² /pax	1,3	1,8
	min	20	30
3. Área para formação de filas para inspeção de segurança	m ² /pax	1,0	1,0
	min	10	15
4. Área para formação de filas para emigração	m ² /pax	-	1,0
	min	-	10
5. Salas de embarque			
5.1 Máxima ocupação das salas	%	65	65
5.2 Acesso a assentos na sala de embarque (incluindo aqueles disponíveis nos serviços de alimentação)	%	70	70
5.3 Posições próximas (ponte de embarque)			
5.3.1 Área necessária para passageiros sentados	m ² /pax	1,7	1,7
	min	40	60
5.3.2 Área necessária para passageiros em pé	m ² /pax	1,2	1,2
	min	20	20
5.4 Posições remotas (atendimento por ônibus)			
5.4.1 Área necessária para passageiros sentados	m ² /pax	1,7	1,7
	min	40	60
5.4.2 Área necessária para passageiros em pé	m ² /pax	1,2	1,2
	min	20	20
6. Área de formação de filas para imigração	m ² /pax	-	1,0
	min	-	10
7. Sala de desembarque: área necessária por passageiro aguardando bagagem	m ² /pax	1,7	1,7
	min	30	45
8. Área de formação de filas para aduana	m ² /pax	-	1,7
	min	-	10
9. Saguão de desembarque: área necessária por ocupante, relação visitante-acompanhante por passageiro (v.a.) e tempo (minutos)	m ² /ocup.	1,7	1,7
	v.a./pax	1,0	1,0
	min	15	25

Figura 13 Parâmetros Mínimos de Dimensionamento (ANAC, 2010)

Dessa forma, acompanha-se a demanda de forma que obras são disparadas para o contínuo atendimento do nível de serviço estipulado.

3 METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta se inspira na modelagem de reposição contínua de estoques, descrita em Ballou (2004). No problema de estoques (revisão contínua) monitora-se a demanda com referência a um ponto gatilho (ponto de pedido) que representa um dado nível de estoque. Atingido o gatilho, dispara-se um pedido. A quantidade em estoque no momento do pedido é estipulada de forma que seja suficiente para cobrir a demanda entre o instante do pedido e o ressuprimento. Adota-se para comparação o modelo com demanda estocástica e tempo de ressuprimento determinístico.

Analogamente:

- O estoque é representado pela capacidade operacional do aeroporto, enquanto a movimentação de passageiros na hora pico é equivalente à demanda por produtos;
- Ainda, o tempo de reposição de estoques é representada pelo tempo de conclusão da obra.

Adaptações do modelo:

- A capacidade aeroportuária não é "consumida" pela demanda, ao contrário do que ocorre com o estoque, o que significa que ela não diminui de acordo com sua utilização.

Dessa forma, o racional da análise passa, para cada ano, pelos principais passos: (i) Definição da demanda da movimentação aeroportuária; (ii) Cálculo da capacidade aeroportuária; (iii) Análise do gatilho de investimento, se é ou não acionado; (iv) Em caso de acionamento do gatilho, é feita uma projeção de demanda que será utilizada como a nova capacidade do aeroporto após obras de ampliação; (v) Repete-se os passos para os anos seguintes.

Com estas analogias, parte-se para a proposição do modelo a ser aplicado a um aeroporto com condições similares ao aeroporto de Campinas, conforme descrita em passos gerais. Deseja-se estudar as combinações entre as seguintes variáveis de entrada:

- Taxa de gatilhos (**G**): representa o % demanda/capacidade que leva ao disparo do gatilho de investimentos. Esta taxa é variada de 50% a 95%.
- Passo (**P**): representa o tempo em anos para o qual a demanda será projetada e, assim, utilizada como nova capacidade aeroportuária após finalização das obras. A faixa de variação admitida é de 2 a 5 anos.
- Tempo de ampliação (**T**): representa o tempo de entrega da obra desde a ativação do gatilho. A variável T é admitida fixa em 3 anos para o escopo deste trabalho;

A combinação entre estas variáveis leva a um potencial modelo de operação da concessão aeroportuária (**M**) por gatilho de investimento. Tais condições poderiam estar previstas em contrato explicitamente ou ficarem a cargo da concessionária, como elemento do PGI, a ser validado pelo regulador.

O desempenho de cada modelo **M** será afetado pelo comportamento da demanda (**D**) no período de análise. Espera-se que uma demanda crescente a taxas constantes constitua o cenário menos desafiador para qualquer dos modelos.

A seguir são detalhados os cenários e também a modelagem adotada para a demanda. O horizonte de análise estende-se de 2010 a 2045.

3.1 Modelagem da demanda de entrada

Os dados da demanda anual de 2010 até 2019 foram obtidos através do site Hórus (2020), que se baseia nos dados da ANAC, sendo mapeados a movimentação doméstica e internacional do aeroporto conforme Figura 14.

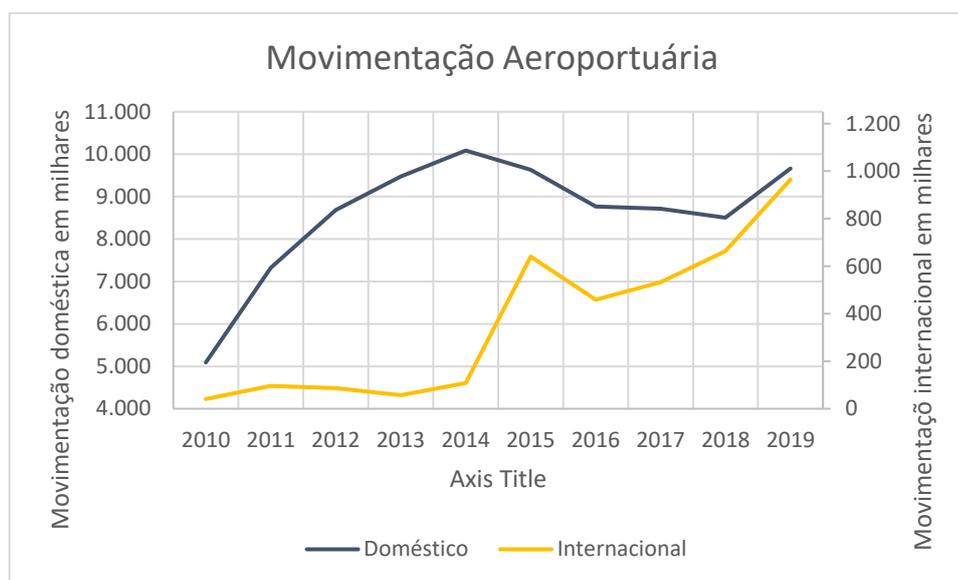


Figura 14 Movimentação aeroportuária histórica de Viracopos (Hórus, 2020)

A movimentação de passageiros precisa ser transformada em movimentação na hora pico para que a capacidade possa ser estimada. Para isso, foi utilizado o critério definido em Ashford et al. (2013) como TPHP (*Typical Peak Hour Factor*) para relacionar a movimentação total do aeroporto com a hora pico de cada ano, assim como mostrado na Tabela 2. Observa-se uma diferença metodológica aqui, já que a hora pico costuma ser calculada com base na 30ª hora mais movimentada do ano. Tal abordagem não é possível, dado o horizonte aqui avaliado, por indisponibilidade de dados.

Tabela 2 Relações recomendadas pela FAA para cálculos de TPHP para números anuais Ashford et al. (2013)

Total Annual Passengers	TPHP as a Percentage of Annual Flows
30 million and over	0.035
20,000,000–29,999,999	0.040
10,000,000–19,999,999	0.045
1,000,000–9,999,999	0.050
500,000–999,999	0.080
100,000–499,999	0.130
Under 100,000	0.200

A partir dos valores de hora pico calculados para as movimentações aeroportuárias apresentadas na Figura 14, as demandas de hora pico de 2020 até 2045 foram calculadas partindo da demanda do ano anterior multiplicado por um coeficiente aleatório², definido dentro de um intervalo de interesse, formando as curvas de demanda: D1 – curva de demanda crescente, formada com coeficientes aleatórios dentro do intervalo de 0,9 até 1,15, conforme Figura 15; D2 - curva de demanda estável, formada com coeficientes aleatórios dentro do intervalo de 0,9 até 1,1, conforme Figura 16; D3 - curva de demanda decrescente, formada com coeficientes aleatórios dentro do intervalo de 0,80 até 1,05, conforme Figura 17.

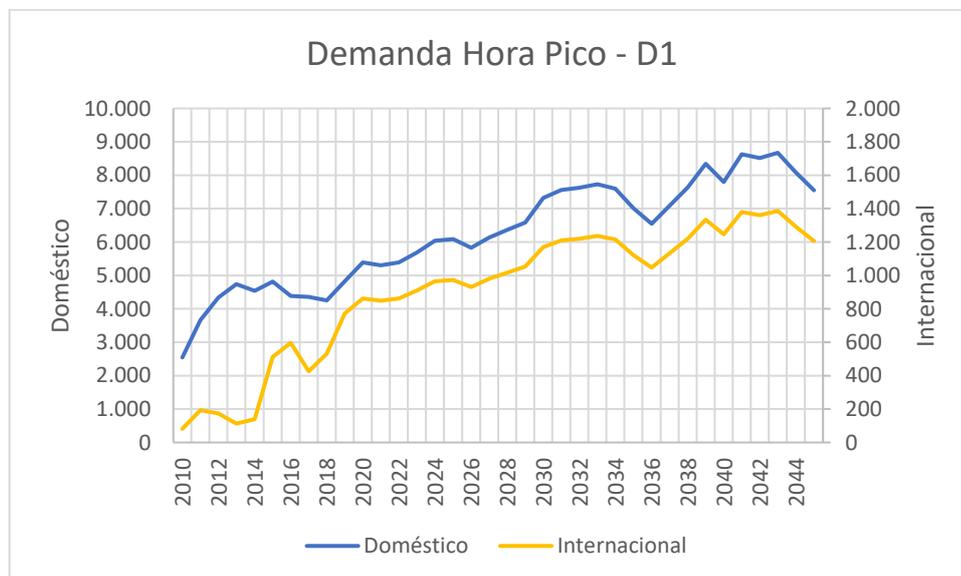


Figura 15 Curva de demanda hora pico projetada D1 (Autoral, 2020)

² Esse coeficiente representa a variação de demanda anual, sendo a demanda do ano i igual a demanda do ano $i-1$ vezes o coeficiente aleatório.

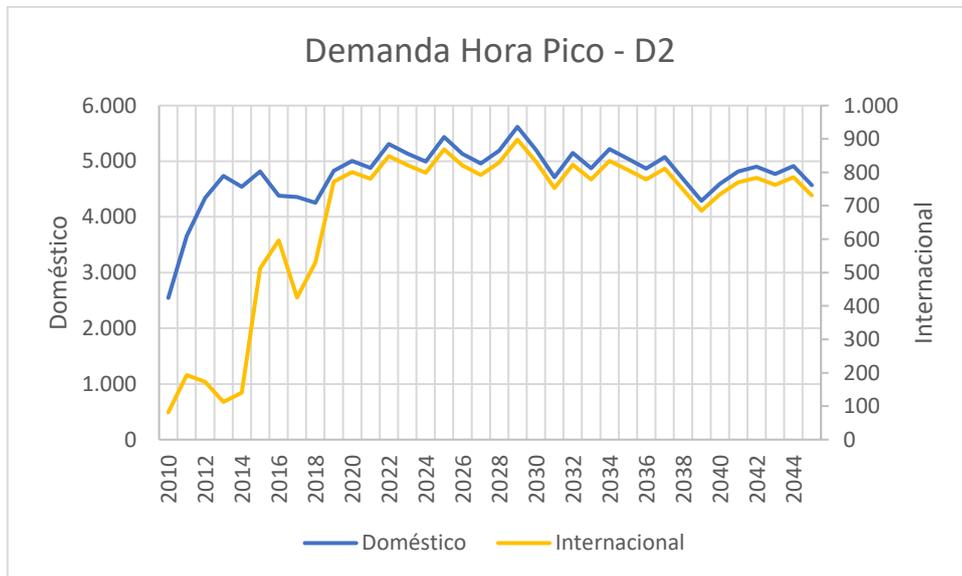


Figura 16 Curva de demanda hora pico projetada D2 (Autorial, 2020)

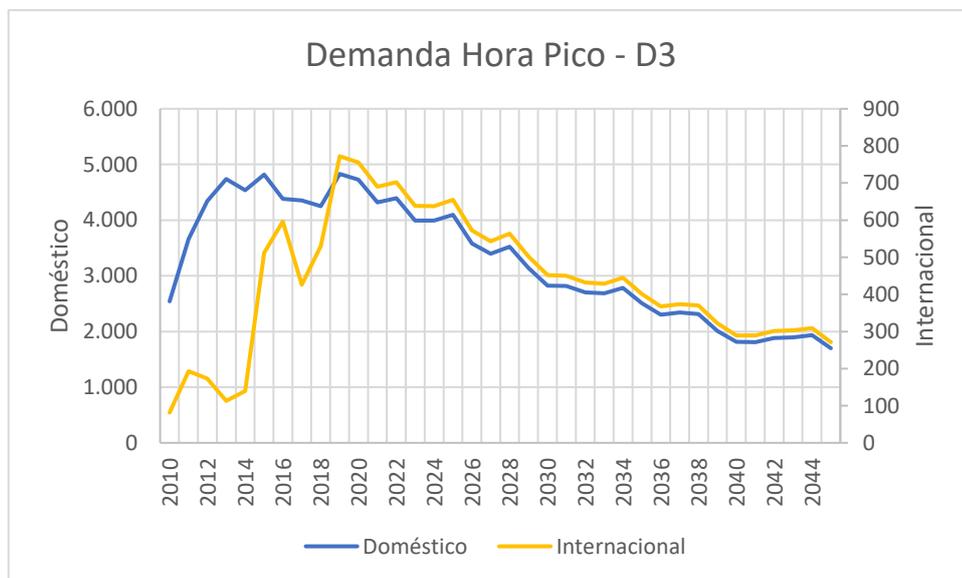


Figura 17 Curva de demanda hora pico projetada D3 (Autorial, 2020)

3.2 Capacidade aeroportuária

As análises são iniciadas em 2010, adotando-se que a capacidade (**C**) e a demanda (**D**) estejam equilibradas neste ano. Foi considerado, ainda, que a demanda hora pico está distribuída igualmente entre todos os componentes do aeroporto em todos os anos, cabendo aos parâmetros mínimos de dimensionamento já citados na Figura 13, o cálculo dos valores efetivos das áreas e das capacidades dos componentes.

3.3 Método de projeção de demanda pós gatilho

Em caso de acionamento do gatilho em um determinado ano através da comparação da demanda hora pico com a capacidade hora pico, é necessário fazer uma ampliação da capacidade aeroportuária baseada em uma projeção de demanda a partir do ano em análise. Dito isso, a projeção é feita pela multiplicação da demanda pela média dos crescimentos percentuais dos últimos 3 anos elevado ao valor definido como passo P do modelo M.

Essa projeção de demanda é utilizada como a nova capacidade do aeroporto após passados o tempo de ampliação T.

Para o caso específico do ano de 2010, onde o gatilho já é acionado devido à premissa de que C e D já estão equilibradas, a projeção da demanda foi considerada como a demanda real de 2013, devido a falta de dados anteriores para utilização do método de projeção citado.

Foi considerado também que, para projeções coerentes, o percentual de crescimento anual utilizado foi limitado a 10%, já que entre 2003 e 2014 a taxa de crescimento média composta de 10,3% a.a., conforme Figura 1.

3.4 Métrica de desempenho

Em um cenário ideal, a demanda e a oferta estariam equilibradas ao longo do horizonte de análise. A eficiência (E) da solução será avaliada de acordo com a média das eficiências anuais, sendo essa definida como o módulo de 1 menos a média do percentual da demanda sobre a capacidade de cada componente, ponderada pelas respectivas áreas. Sendo então definida como:

$$E = \sum_{i=2010}^{2045} \left(\frac{\left| 1 - \frac{\sum_{j=1}^N \left(\frac{D_{i,j}}{C_{i,j}} * A_{i,j} \right)}{A_{Tot,i}} \right|}{2045 - 2010} \right)$$

Sendo:

N: Número de componentes do aeroporto, conforme PMD.

DHp[i,j]: Demanda hora pico de cada ano i e de cada componente aeroportuário j

CHp[i,j]: Capacidade hora pico de cada ano i e de cada componente aeroportuário j

A[i,j]: Área do componente j no ano i, calculada através da capacidade do componente no ano dos coeficientes do PMD

A[i]: Somatório de A[i,j] $\forall j$

3.5 Algoritmo

O pseudocódigo pode ser definido como segue abaixo:

```

D[i,j]=0 ∀ i,j
N = número de componentes aeroportuários
G = x%
P = y
T = 3
"Formação da demanda"
Para i de 2010 a 2019:
    D[i,j]=D[Hórus i]/N ∀ j
    Coef <- valores Tabela 2
    DHP[i,j]= D[i,j]*Coef ∀ j
    DHPano[i]=∑j DHP[i,j]

Para i de 2020 a 2045:
    Taxa cresc = número aleatório "entre o intervalo de interesse de
    formação da curva D"
    DHP[i,j]=DHP[i-1,j]*Taxa cresc ∀ j
    DHPano[i]=∑j DHP[i,j]

Para i = 2010 até 2012
    CHP[i,j]= DHP[2010,j] ∀ j
    CHPano[i]=∑j CHP[2010,j]

Para i de 2010 a 2045 ∀ j:
    If DHP[i,j]> G*CHP[i,j]
        Gatilho[i,j]= "Aciona"
    If Gatilho[i-1,j]= "Aciona" ou Gatilho[i-2,j]= "Aciona" ∀ j
        Gatilho[i,j]= "Não aciona"
    If Gatilho[i,j] == "Aciona"
        Coef <- valores Tabela 2
        Tx cresc proj =  $\left( \frac{DHP[i,j]/Coef}{DHP[i-1,j]/Coef} + \frac{DHP[i-1,j]/Coef}{DHP[i-2,j]/Coef} + \frac{DHP[i-2,j]/Coef}{DHP[i-3,j]/Coef} \right) / 3$ 
        Tx cresc proj = min(Tx cresc proj, 1,1)
        Proj = [ ((Tx cresc proj) ^ P) * DHP[i,j] / Coef ] * Coef
        CHP[i+T,j] = Max(CHP[i,j], Proj)

```

$$E = \sum_{i=2010}^{2045} \left(\frac{1 - \frac{\sum_{j=1}^N \left(\frac{D_{i,j}}{C_{i,j}} * A_j \right)}{A_{Tot}}}{2045 - 2010} \right)$$

Sendo:

G: % do gatilho de investimento

P: Passo, ou seja, quantos períodos de demanda a obra de ampliação cobre.

T: Período necessário para entrega das obras

D_[i,j]: Demanda de cada ano i e de cada componente aeroportuário j

Coef: Valor que transforma a demanda em hora pico, conforme Tabela 2

DHP_[i,j]: Demanda hora pico de cada ano i e de cada componente aeroportuário j

DHpano[i]: Demanda hora pico total de cada ano i

CHp[i,j]: Capacidade hora pico de cada ano i e de cada componente aeroportuário j

CHpano[i]: Capacidade hora pico total de cada ano i

Tx cresc proj: Taxa de crescimento médio dos valores de demanda dos 3 anos anteriores

3.6 Resumo de cenários

Como definido anteriormente, o valor de T será utilizado como 3 nesse trabalho, e cada combinação de G, P e T traz um modelo M. Considerando os valores de G nas linhas da primeira coluna da Tabela 3 e os valores de P nas colunas da primeira linha, temos uma matriz de modelos M conforme mostrado abaixo.

Tabela 3 Mapeamento de modelos teste de acordo com os valores de G (primeira coluna) e P (primeira linha) (Autorial, 2020)

T=3	2	3	4	5
50.0%	M 1,1	M 1,2	M 1,3	M 1,4
52.5%	M 2,1	M 2,2	M 2,3	M 2,4
55.0%	M 3,1	M 3,2	M 3,3	M 3,4
57.5%	M 4,1	M 4,2	M 4,3	M 4,4
60.0%	M 5,1	M 5,2	M 5,3	M 5,4
62.5%	M 6,1	M 6,2	M 6,3	M 6,4
65.0%	M 7,1	M 7,2	M 7,3	M 7,4
67.5%	M 8,1	M 8,2	M 8,3	M 8,4
70.0%	M 9,1	M 9,2	M 9,3	M 9,4
72.5%	M 10,1	M 10,2	M 10,3	M 10,4
75.0%	M 11,1	M 11,2	M 11,3	M 11,4
77.5%	M 12,1	M 12,2	M 12,3	M 12,4
80.0%	M 13,1	M 13,2	M 13,3	M 13,4
82.5%	M 14,1	M 14,2	M 14,3	M 14,4
85.0%	M 15,1	M 15,2	M 15,3	M 15,4
87.5%	M 16,1	M 16,2	M 16,3	M 16,4
90.0%	M 17,1	M 17,2	M 17,3	M 17,4
92.5%	M 18,1	M 18,2	M 18,3	M 18,4
95.0%	M 19,1	M 19,2	M 19,3	M 19,4

Para cada modelo definido $M_{i,j}$ será definido um cenário para as 3 demandas já apresentadas D-1, D-2 e D-3. Assim os cenários serão $C_{i,j,k}$, onde i e j representam o modelo e k representa a demanda utilizada, totalizando 228 cenários analisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Casos específicos

Analisando inicialmente alguns cenários particulares, temos os gráficos representantes dos cenários.

Cenário de demanda D-1, Passo de 3 anos e $G = 80\%$:

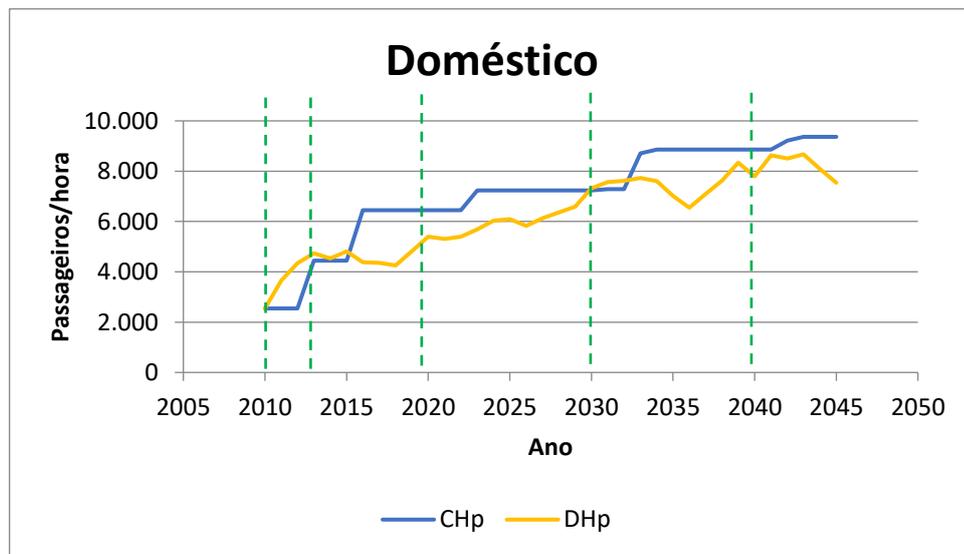


Figura 18 Resultado da capacidade e demanda hora pico doméstica do cenário C(13,2,1) (Autorial, 2020)

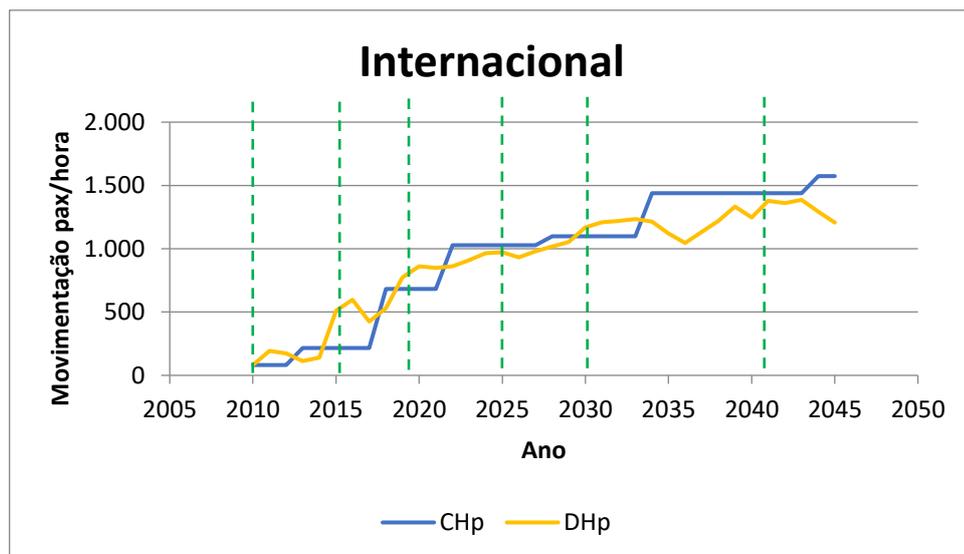


Figura 19 Resultado da capacidade e demanda hora pico internacional do cenário C(13,2,1) (Autorial, 2020)

As linhas pontilhadas verdes representam os momentos de acionamento do gatilho correspondente ao incremento da curva de capacidade em azul consecutivo a cada acionamento. Os resultados apresentados na Figura 18 e Figura 19 mostram um crescimento gradual da capacidade, em linha com a necessidade da demanda tanto para o caso doméstico como o internacional.

Podemos observar que nos casos próximos a 2033 e 2042 no caso doméstico houve incrementos consecutivos em um curto espaço de tempo. Isso ocorre devido ao acionamento de gatilho de componentes diferentes do aeroporto em momentos diferentes mas bastante próximos.

O índice de eficiência E deste cenário obtido foi de 15,6%, sendo este valor considerado a partir de agora como referência para um bom resultado, dado que podemos observar pelos gráficos que a demanda, quando supera a capacidade, supera pouco e por pouco tempo.

Cenário de demanda D-2, Passo de 3 anos e G = 80%:

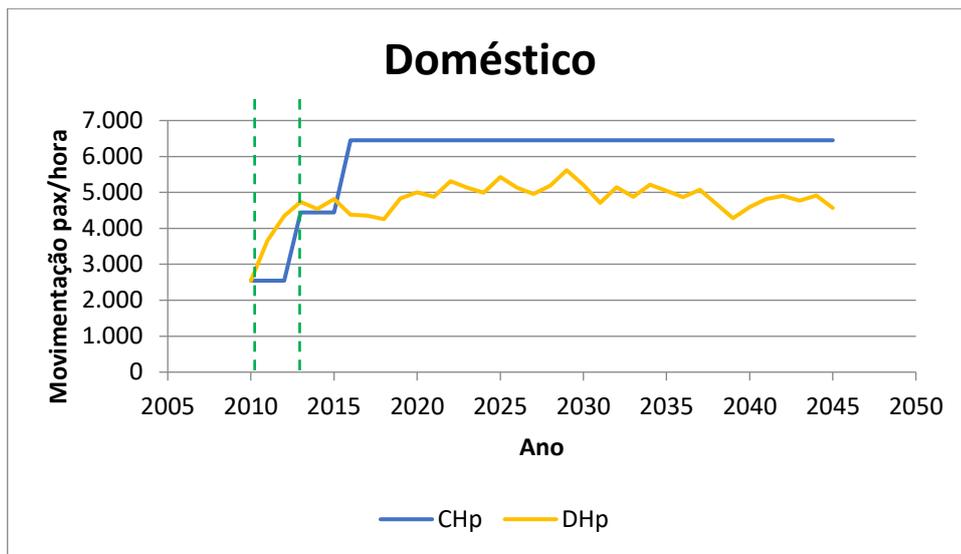


Figura 20 Resultado da capacidade e demanda hora pico doméstica do cenário C(13,2,2) (Autorial, 2020)

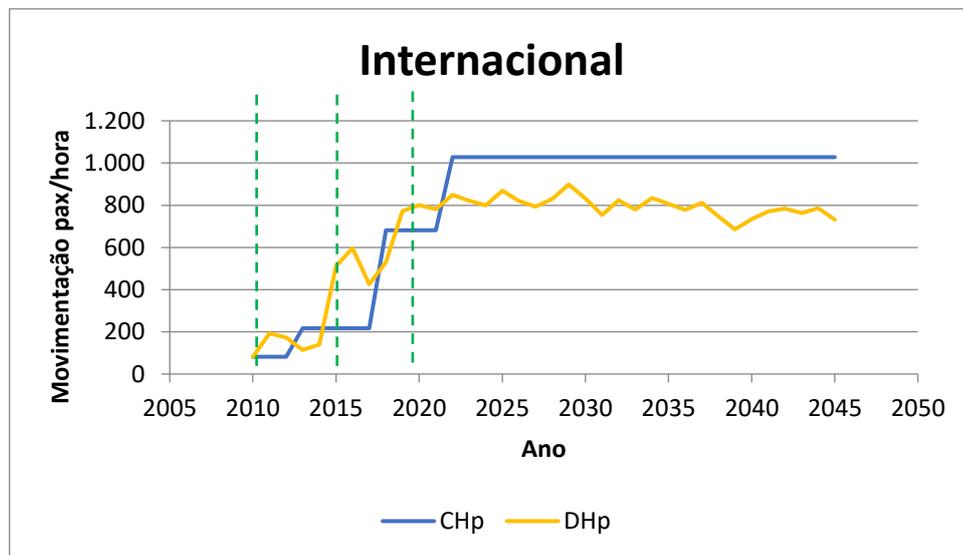


Figura 21 Resultado da capacidade e demanda hora pico internacional do cenário C(13,2,2) (Autorial, 2020)

Para o caso de demanda estável, foi observado na Figura 20 e Figura 21 um número de acionamento de gatilhos bem menor, o que já era esperado dado que o modelo aciona o gatilho que não será mais acionado dado que a capacidade aumenta e a demanda não.

O coeficiente $E = 22,7\%$, bem acima do caso anterior, mostrando o período prolongado de capacidade acima do necessário justificado pelo descasamento da projeção de demanda utilizado no acionamento do último gatilho com a demanda ofertada. Vale a observação que mesmo com o descasamento citado, ele se faz necessário, dado que a concessionária não tem interesse em correr o risco de presenciar um cenário de baixa capacidade no futuro, sendo a última capacidade aceitável para a modelagem.

Cenário de demanda D-3, Passo de 3 anos e $G = 80\%$:

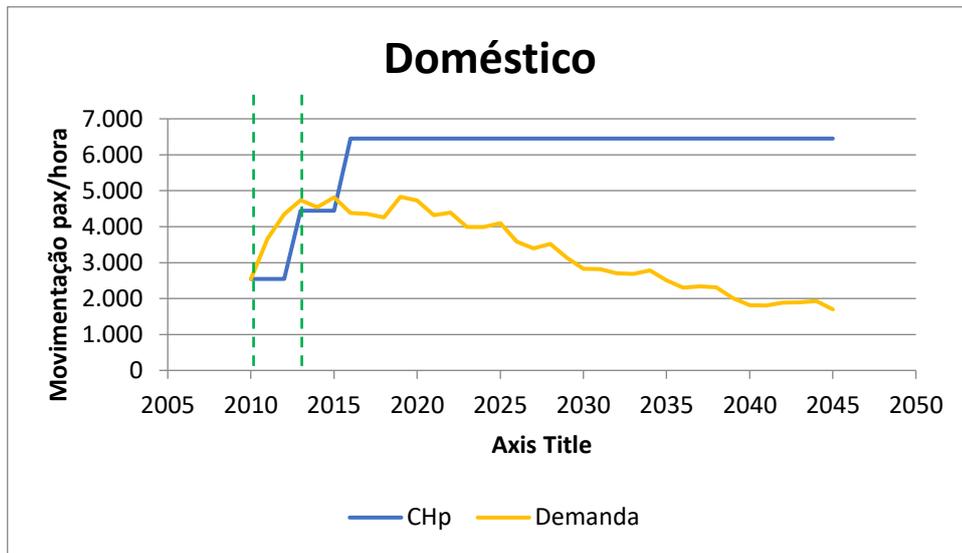


Figura 22 Resultado da capacidade e demanda hora pico doméstica do cenário C(13,2,3) (Autorial, 2020)

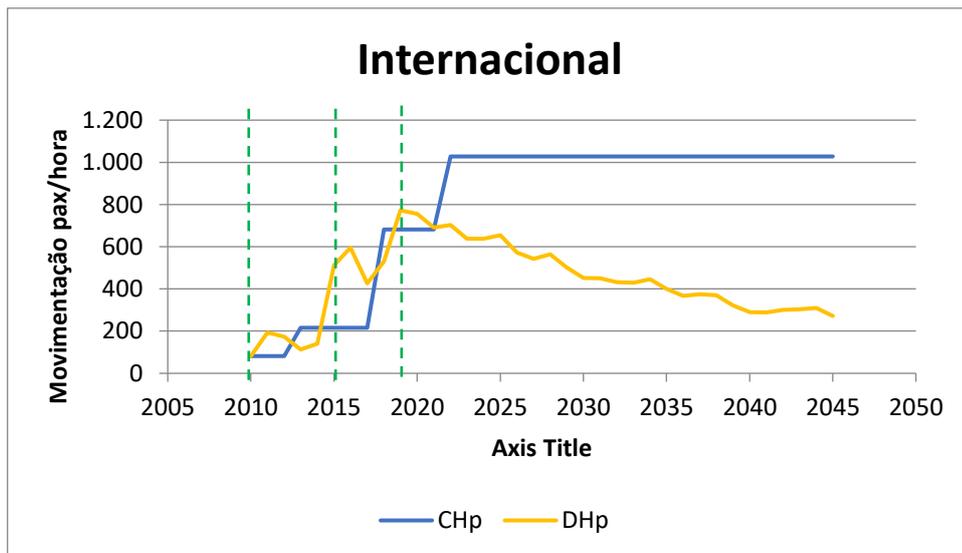


Figura 23 Resultado da capacidade e demanda hora pico internacional do cenário C(13,2,3) (Autorial, 2020)

Para esse cenário, com resultados demonstrados na Figura 22 e Figur 23, o coeficiente E é de 46,1%, maior que os casos anteriores devido à estrutura construída subutilizada. Nesse caso, a perspectiva de uma demanda futura crescente no momento do acionamento do gatilho, em contrapartida com uma queda da demanda não esperada, leva a construção de superestruturas.

4.2 Resultados de aproveitamento obtidos dos cenários testados

Cenários aplicados com os modelos definidos na Tabela 3 junto com a curva D-1:

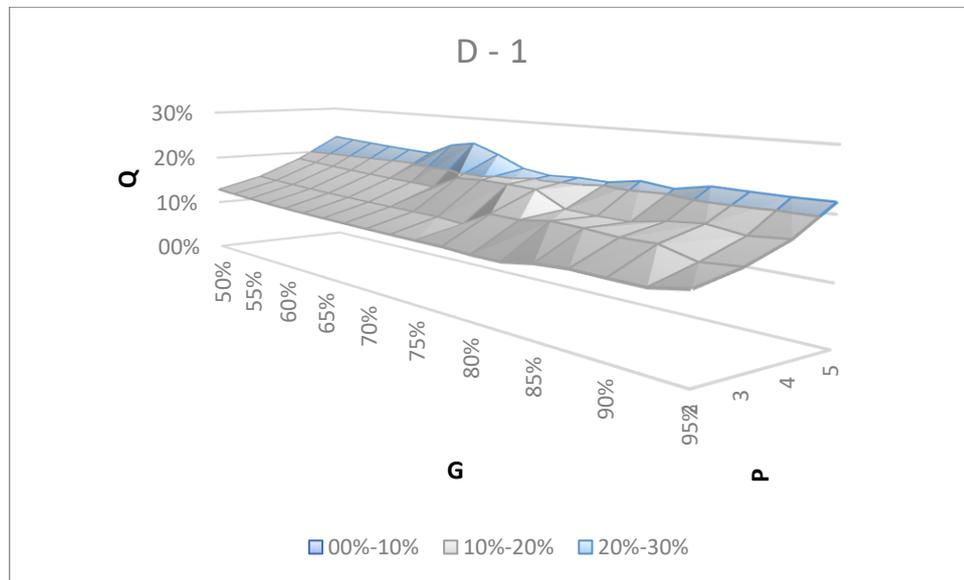


Figura 24 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D1 (Autorial, 2020)

Tabela 4 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D1 (Autorial, 2020)

	2	3	4	5
50.0%	12.8%	15.0%	18.5%	23.2%
52.5%	12.5%	14.8%	18.2%	22.9%
55.0%	12.3%	14.5%	17.9%	22.6%
57.5%	12.0%	14.3%	17.7%	22.3%
60.0%	11.9%	14.1%	17.4%	22.1%
62.5%	11.7%	14.0%	17.2%	21.9%
65.0%	11.6%	13.9%	17.1%	24.1%
67.5%	11.5%	13.7%	16.9%	24.9%
70.0%	11.4%	13.6%	19.2%	23.2%
72.5%	11.4%	13.5%	19.5%	21.0%
75.0%	11.3%	13.1%	19.4%	20.3%
77.5%	11.3%	15.8%	19.2%	20.6%
80.0%	11.0%	15.6%	16.5%	20.5%
82.5%	11.0%	16.4%	16.2%	21.4%
85.0%	11.9%	16.2%	16.2%	20.7%
87.5%	12.2%	15.7%	17.2%	21.8%
90.0%	12.1%	15.8%	17.7%	21.7%
92.5%	12.1%	14.2%	16.9%	21.6%
95.0%	13.2%	14.7%	17.4%	21.7%

Segundo os resultados da Figura 24 e da Tabela 4, é possível observar que a definição do passo é mais impactante no resultado do que o valor de G, concluindo assim o quanto que a projeção da demanda erra mais de acordo com o aumento do passo.

Além disso, pode-se observar que o percentual ideal do gatilho não é o mais próximo de 1, como usualmente utilizado pelos modelos de concessão. Isso é justificado pelo *delay* entre o tempo de acionamento do gatilho e a conclusão da obra, sendo então necessário que o gatilho seja acionado com certa antecedência.

Cenários aplicados com os modelos definidos na Tabela 3 junto com a curva D-2:

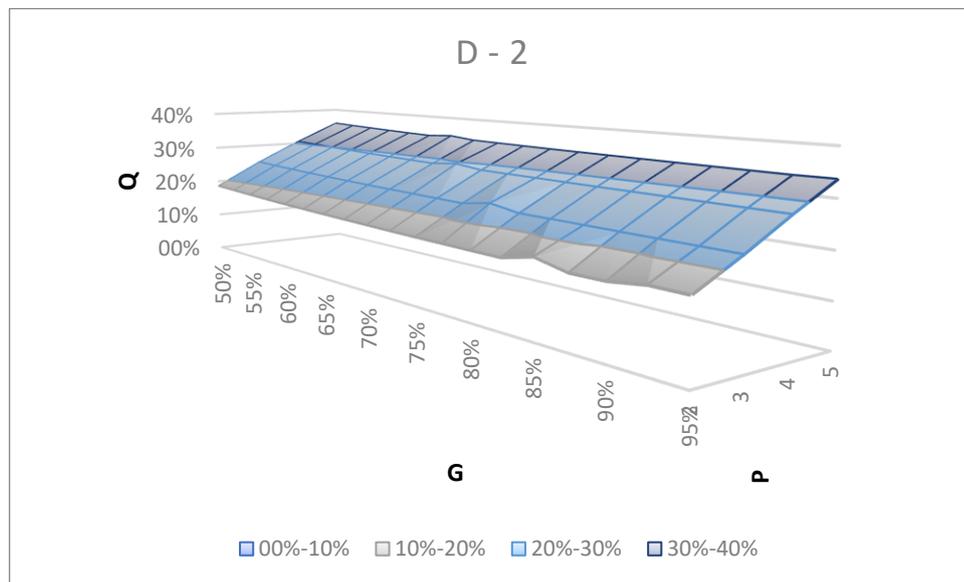


Figura 25 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D2 (Autorial, 2020)

Tabela 5 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D2 (Autorial, 2020)

	2	3	4	5
50.0%	18.6%	24.9%	30.6%	35.7%
52.5%	18.2%	24.6%	30.3%	35.4%
55.0%	17.9%	24.3%	30.0%	35.2%
57.5%	17.6%	24.0%	29.7%	34.9%
60.0%	17.3%	23.8%	29.5%	34.7%
62.5%	17.1%	23.6%	29.3%	34.6%
65.0%	16.9%	23.4%	29.2%	35.0%
67.5%	16.7%	23.2%	29.0%	34.4%
70.0%	16.5%	23.0%	29.7%	34.3%
72.5%	16.4%	22.9%	28.9%	34.1%
75.0%	16.2%	22.7%	28.7%	34.0%
77.5%	16.1%	23.8%	28.6%	33.9%
80.0%	15.9%	22.7%	28.5%	33.9%
82.5%	15.8%	22.6%	28.5%	33.8%
85.0%	17.5%	22.5%	28.4%	33.7%
87.5%	15.8%	22.4%	28.3%	33.7%

90.0%	15.8%	22.3%	28.2%	33.6%
92.5%	16.8%	22.3%	28.2%	33.5%
95.0%	16.7%	22.2%	28.1%	33.6%

As conclusões para os resultados mostrados na Figura 25 e Tabela 5 são bem semelhantes ao caso apresentado da Figura 24 e Tabela 4 já apresentados, mostrando a importância do passo na eficiência do resultado e identificando os valores ideais de G diferentes de 100%.

A diferença do resultado é que o valor ideal de G apresenta correlação com P, aumentando junto com o aumento do passo.

Cenários aplicados com os modelos definidos na Tabela 3 junto com a curva D-3:

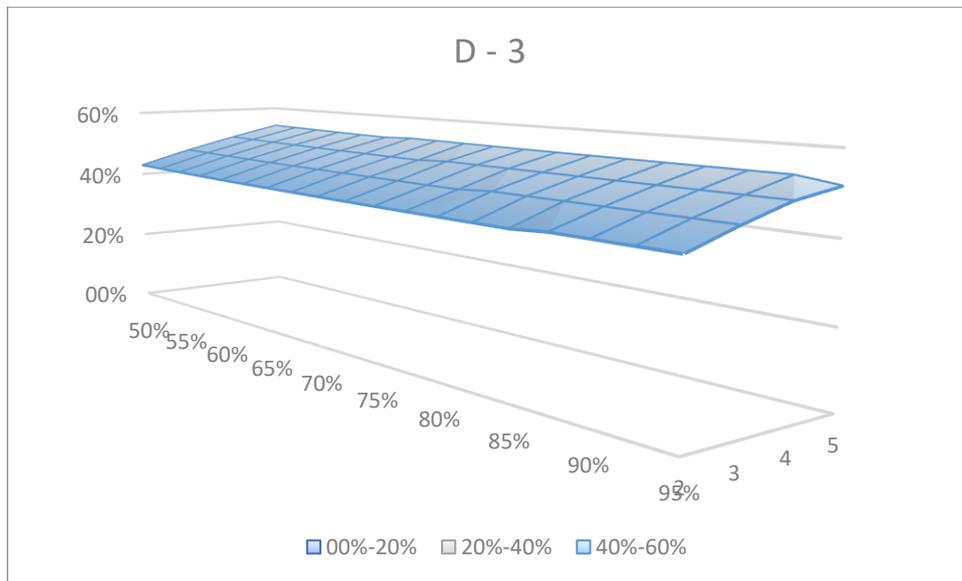


Figura 26 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D3 (Autorial, 2020)

Tabela 6 Resultados dos valores de E para cenários utilizando demanda D3 (Autorial, 2020)

	2	3	4	5
50.0%	42.9%	47.0%	50.6%	53.9%
52.5%	42.6%	46.8%	50.4%	53.7%
55.0%	42.4%	46.6%	50.2%	53.6%
57.5%	42.2%	46.4%	50.0%	53.4%
60.0%	42.0%	46.2%	49.9%	53.3%
62.5%	41.9%	46.1%	49.8%	53.2%
65.0%	41.7%	46.0%	49.7%	53.6%
67.5%	41.6%	45.8%	49.6%	53.5%
70.0%	41.5%	45.7%	49.5%	53.4%
72.5%	41.4%	45.6%	50.0%	53.3%
75.0%	41.3%	45.5%	49.9%	53.3%
77.5%	41.2%	45.5%	49.8%	53.2%

80.0%	41.1%	46.1%	49.8%	53.2%
82.5%	41.1%	46.0%	49.7%	53.1%
85.0%	41.0%	46.0%	49.7%	53.1%
87.5%	41.6%	45.9%	49.7%	53.1%
90.0%	41.6%	45.9%	49.6%	53.0%
92.5%	41.5%	45.8%	49.6%	53.0%
95.0%	41.5%	45.8%	49.6%	51.6%

Para os resultados da Figura 26 e Tabela 6, a conclusão diferente neste caso é que o acionamento do segundo gatilho já ocasiona uma superestrutura, e quando ocorrido nos casos de P grandes resulta numa estrutura inutilizada maior. Comparando os valores de P iguais, o valor de G varia um pouco o ano da última expansão, tendendo a ocorrer mais cedo para G menores. Os valores de E maiores para G baixos se devem principalmente devido ao maior tempo de superestruturas, já que tendem a acionar o gatilho mais cedo.

Separado os resultados agora de acordo com os passos analisados, para cada ano:

2 anos

Tabela 7 Resultados dos valores de E para cenários utilizando P de 2 anos (Autorial, 2020)

	D-1	D-2	D-3
50.0%	12.8%	18.6%	42.9%
52.5%	12.5%	18.2%	42.6%
55.0%	12.3%	17.9%	42.4%
57.5%	12.0%	17.6%	42.2%
60.0%	11.9%	17.3%	42.0%
62.5%	11.7%	17.1%	41.9%
65.0%	11.6%	16.9%	41.7%
67.5%	11.5%	16.7%	41.6%
70.0%	11.4%	16.5%	41.5%
72.5%	11.4%	16.4%	41.4%
75.0%	11.3%	16.2%	41.3%
77.5%	11.3%	16.1%	41.2%
80.0%	11.0%	15.9%	41.1%
82.5%	11.0%	15.8%	41.1%
85.0%	11.9%	17.5%	41.0%
87.5%	12.2%	15.8%	41.6%
90.0%	12.1%	15.8%	41.6%
92.5%	12.1%	16.8%	41.5%

3 anos

Tabela 8 Resultados dos valores de E para cenários utilizando P de 3 anos (Autorial, 2020)

	D-1	D-2	D-3
50.0%	15.0%	24.9%	47.0%
52.5%	14.8%	24.6%	46.8%
55.0%	14.5%	24.3%	46.6%
57.5%	14.3%	24.0%	46.4%
60.0%	14.1%	23.8%	46.2%
62.5%	14.0%	23.6%	46.1%
65.0%	13.9%	23.4%	46.0%
67.5%	13.7%	23.2%	45.8%
70.0%	13.6%	23.0%	45.7%
72.5%	13.5%	22.9%	45.6%
75.0%	13.1%	22.7%	45.5%
77.5%	15.8%	23.8%	45.5%
80.0%	15.6%	22.7%	46.1%
82.5%	16.4%	22.6%	46.0%
85.0%	16.2%	22.5%	46.0%
87.5%	15.7%	22.4%	45.9%
90.0%	15.8%	22.3%	45.9%
92.5%	14.2%	22.3%	45.8%

4 Anos

Tabela 9 Resultados dos valores de E para cenários utilizando P de 4 anos (Autorial, 2020)

	D-1	D-2	D-3
50.0%	18.5%	30.6%	50.6%
52.5%	18.2%	30.3%	50.4%
55.0%	17.9%	30.0%	50.2%
57.5%	17.7%	29.7%	50.0%
60.0%	17.4%	29.5%	49.9%
62.5%	17.2%	29.3%	49.8%
65.0%	17.1%	29.2%	49.7%
67.5%	16.9%	29.0%	49.6%
70.0%	19.2%	29.7%	49.5%
72.5%	19.5%	28.9%	50.0%
75.0%	19.4%	28.7%	49.9%
77.5%	19.2%	28.6%	49.8%
80.0%	16.5%	28.5%	49.8%
82.5%	16.2%	28.5%	49.7%
85.0%	16.2%	28.4%	49.7%
87.5%	17.2%	28.3%	49.7%
90.0%	17.7%	28.2%	49.6%
92.5%	16.9%	28.2%	49.6%

5 anos

Tabela 10 Resultados dos valores de E para cenários utilizando P de 5 anos (Autorial, 2020)

	D-1	D-2	D-3
50.0%	23.2%	35.7%	53.9%
52.5%	22.9%	35.4%	53.7%
55.0%	22.6%	35.2%	53.6%
57.5%	22.3%	34.9%	53.4%
60.0%	22.1%	34.7%	53.3%
62.5%	21.9%	34.6%	53.2%
65.0%	24.1%	35.0%	53.6%
67.5%	24.9%	34.4%	53.5%
70.0%	23.2%	34.3%	53.4%
72.5%	21.0%	34.1%	53.3%
75.0%	20.3%	34.0%	53.3%
77.5%	20.6%	33.9%	53.2%
80.0%	20.5%	33.9%	53.2%
82.5%	21.4%	33.8%	53.1%
85.0%	20.7%	33.7%	53.1%
87.5%	21.8%	33.7%	53.1%
90.0%	21.7%	33.6%	53.0%
92.5%	21.6%	33.5%	53.0%

Analisando as Tabela 7, Tabela 8, Tabela 9 e Tabela 10 em conjunto, é possível concluir de forma geral que o gatilho ideal para passos pequenos é um pouco menor que o de 100%, e que o aumento do passo na maioria dos casos necessita de valores de G maiores como medida conservadora, em prevenção ao pior caso de demanda decrescente.

Vale ressaltar ainda que os valores de E não variam muito se for variado apenas os valores de G e mantendo as mesmas premissas de passo e demanda. Isso ocorre como consequência da modelagem do incremento de capacidade aeroportuária em ocasião de acionamento de gatilho.

Em reflexão do que aconteceria num caso de acionamento do gatilho com $G = 50\%$, a capacidade hora pico no momento do acionamento do gatilho seria o dobro da demanda, e a nova capacidade a ser alcançada após a obra seria a dessa demanda projetada para o horizonte definido pelo passo em questão. É possível que, nesse caso, a demanda projetada seja ainda inferior a atual capacidade do aeroporto, implicando no acionamento do gatilho porém sem a concretização da ampliação, com acionamentos dos gatilhos subsequentes até que a demanda projetada efetivamente supere a capacidade.

Dado esse cenário, é provável que as ampliações sejam feitas em anos mais recentes da concessão, porém com incrementos de capacidade menores e mais frequentes.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

De forma geral, é possível concluir que o modelo apresenta resultados que variam sensivelmente de acordo com a curva de demanda, sendo o caso de demanda crescente o correspondente aos melhores resultados em termos de equilíbrio demanda-capacidade.

A variável ‘passo’ também influencia sensivelmente os resultados, sendo que os menores valores são os mais interessantes. Em contrapartida, é necessário tomar cuidado com a possibilidade de se praticar passos muito curtos, já que é necessário entender se, na prática, as ampliações são modularizáveis e se não existem custos importantes que independem do tamanho da ampliação (ex.: licenciamentos).

Há, como sugestão de trabalhos futuros, a ampliação do estudo de acordo com os pontos:

1. Consideração de tempos de ampliação (entrega da obra) mais realistas;
2. Análise de mais curvas de demanda;
3. Aperfeiçoamento dos métodos de projeção de demanda para cálculo das ampliações a cada vez que o gatilho é disparado;
4. Estudo de condições de áreas iniciais dos componentes do aeroporto não balanceadas;
5. Estudo da adequação dos parâmetros mínimos de dimensionamento e formulação de hora pico;
6. Utilização do fator Q definido pela ANAC como método de avaliação de eficiência de cenário no lugar de E.

Cabe ressaltar como dificuldade a obtenção de dados públicos detalhados sobre os parâmetros acima apontados. Seria muito bem-vinda a ideia de um banco público sistematizado com dados da infraestrutura disponível, ampliações de capacidade executadas e planejadas e os valores dos investimentos devidamente categorizados (mão-de-obra, materiais, licenciamento, projeto, etc.).

6 BIBLIOGRAFIA

- ANAC. (2010). *ANEXO 2 DO CONTRATO DE CONCESSÃO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE CAMPINAS PLANO DE EXPLORAÇÃO AEROPORTUÁRIA (PEA)*. São Paulo - SP: Agência Nacional de Aviação Civil.
- Ashford, N. J., Stanton, H., Moore, C., Coutu, P., & Beasley, J. (2013). *Airport Operations*. Mc Graw Hill.
- Autoral. (2020). *Análise da eficiência das ampliações estruturais aeroportuárias sob o modelo contratual de privatização do aeroporto de Campinas/SP*. São José dos Campos - SP.
- Aviação Brasil. (s.d.). https://aviacaobrasil.com.br/azul_linhas_aereas_brasileiras_brasil/.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (Quinta ed.). Pearson Educación. Tradução.
- BNDES. (2016). *A lógica atual do setor aeroportuário brasileiro*. São Paulo: BNDES.
- BNDES. (2019). *A EVOLUÇÃO RECENTE DO MODELO DE CONCESSÃO AEROPORTUÁRIA SOB A ÓTICA DA FINANCIABILIDADE*. São Paulo: BNDES.
- Graham, A. (2014). *Managing Airports An International Perspective*. London: University of Westminster, UK.
- Hórus. (2020). Acesso em 07 de Nov de 2020, disponível em <https://horus.labtrans.ufsc.br/gerencial/#Movimentacao/Desempenho>
- NUNES, M. B. (2015). *AVALIAÇÃO DE CONCESSÕES AEROPORTUÁRIAS ATRAVÉS DA TEORIA DAS OPÇÕES REAIS – O CASO DO AEROPORTO DE GUARULHOS*. RIO DE JANEIRO – RJ.
- Yosimoto, V., Chambarelli, R., Mattos, B., Oliveira, P., Camacho, F., & Pinto, H. (2016). *A lógica atual do setor aeroportuário brasileiro*. São Paulo: BNDES.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO	2. DATA	3. REGISTRO N°	4. N° DE PÁGINAS
TG			50
5. TÍTULO E SUBTÍTULO:			
Regulação de aeroportos por gatilhos de investimento: explorando o equilíbrio entre oferta e demanda			
6. AUTOR(ES):			
Daniel Matos Studart			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES):			
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR:			
1. Modelos de concessão. 2. Viracopos. 3. Aeroporto Campinas 4. Plano de Exploração Aeroportuária			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO:			
Solicite preenchimento dos campos 2, 3 e 9 - envie este formulário para o e-mail doc.pt			
10. APRESENTAÇÃO:		<input checked="" type="checkbox"/> Nacional	<input type="checkbox"/> Internacional
ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador(es): Prof. Dr. Evandro José da Silva ; Coorientador(es): N/A . Publicado em 2020			
11. RESUMO:			
<p>Com o contexto do lançamento da sexta rodada das concessões aeroportuárias no Brasil, faz-se necessária uma avaliação da eficiência da aplicação dos modelos de concessão na expansão da estrutura aeroportuária, atingindo-se equilíbrio entre oferta de infraestrutura e a demanda. O presente trabalho explora o papel de duas variáveis importantes no modelo de gatilhos de investimento. A primeira variável é o nível de demanda que dispara uma expansão. A segunda variável é o acréscimo de capacidade a cada expansão. Foram construídos 3 cenários de demanda para um horizonte de 35 anos. Variando-se as duas variáveis mencionadas, demonstra-se a eficiência do modelo resultante, expressa em termos da diferença relativa entre capacidade e demanda. De forma geral, é possível concluir que o modelo apresenta resultados que variam sensivelmente de acordo com a curva de demanda, sendo o caso de demanda crescente o correspondente aos melhores resultados</p>			

em termos de equilíbrio demanda-capacidade. Entre cenários com a mesma demanda, os resultados foram expressivamente melhores quanto menor o passo de acréscimo de capacidade utilizado em caso de necessidade de ampliação.

¹². GRAU DE SIGILO:

OSTENSIVO **RESERVADO** **SECRETO**