

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES

GUSTAVO MACIEL DE CAMARGO
LEONARDO YUJI DE SOUZA MAKIBARA

ESTUDO DA HORA-PICO EM AEROPORTOS

Texto apresentado ao Departamento de Engenharia de Transportes como parte dos requisitos para conclusão da disciplina Trabalho de Formatura em Engenharia de Transportes II.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Eduardo Leal Medeiros

São Paulo

2019

Lista de ilustrações

Figura 1 – Evolução do número de passageiros pagos transportados – mercado doméstico 2007 – 2016	7
Figura 2 - Demanda crescente por infraestrutura no Brasil	9
Figura 3 – Distribuição horária típica de volume de passageiros em um aeroporto durante um ano.	16
Figura 4 – Distribuição horária típica de volume de passageiros em um aeroporto durante um ano para três aeroportos diferentes com diferentes características.	17
Figura 5 - Antecedência de chegada para vôo doméstico 1º Trimestre 2018.	23
Figura 6 - Antecedência de chegada para vôo doméstico 2º Trimestre 2018.	23
Figura 7 - Antecedência de chegada para vôo doméstico 3º Trimestre 2018.	24
Figura 8 - Antecedência de chegada para vôo doméstico 4º Trimestre 2018.	24
Figura 9 - Simulação de um Terminal no CAST.....	32
Figura 8 - Projeção 2012 x Projeção 2018.....	33

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Índice de concentração de demanda.....	19
Tabela 2 - Pesquisa de Satisfação 2018 (SBRJ).....	25
Tabela 3 - Tempo de antecedência ao voo – voos domésticos (Brasil e Regiões)	27
Tabela 4 - Total de passageiro em cada mês nos últimos 5 anos	28
Tabela 5 - Operações dentro de uma semana	29
Tabela 6 - Discretização das partidas em períodos de 10 minutos	29
Tabela 7 - Discretização das chegadas em períodos de 10 minutos	29
Tabela 8 - Total de assentos no embarque	30
Tabela 9 - Total de assentos na partida.....	30
Tabela 10 - Porcentagem de passageiros que chegam previamente antes do vôo	35
Tabela 11 - VRA: Voo Regular Ativo.	36
Tabela 12 - Hotran: Serviços de transporte aéreo público registrados vigentes. ..	36
Tabela 13 – Exemplo interpretação de dados.....	41
Tabela 14 – Exemplo interpretação de dados.....	41
Tabela 15 - Movimento passageiros SBRJ.	42

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Distribuição de chegada de passageiros normal	21
Gráfico 2 – Distribuição de chegada de passageiros constante.....	21
Gráfico 3 – Perfil de chegada dos passageiros em um aeroporto.....	21
Gráfico 4 – Perfil de chegada horário.....	22
Gráfico 5 - Curva de Chegada SBRJ	25
Gráfico 6- Curvas de chegada IATA e Pesquisa de Satisfação.....	26
Gráfico 7 - Perfil de chegada de passageiros - comparação.....	28
Gráfico 8 - Distribuição de pessoas ao longo do dia no aeroporto.....	37

Sumário

1. Introdução	7
1.1) Justificativa.....	8
1.2) Objetivo.....	11
1.3) Metodologia	12
1.4) Limitações	12
2. Revisão Bibliográfica.....	14
2.1) Diferentes metodologias para o cálculo da hora-pico.....	14
2.2) Cenário atual: Como é feito o cálculo da demanda na hora-pico pela Infraero/Anac18	
2.2.1.) Índice de Concentração na Hora-Pico total	18
2.2.2.) Metodologia Utilizada.....	20
2.2.3.) Dados de Entrada	20
2.3) Curvas de chegadas de passageiros	20
2.4) Determinação da hora de projeto de acordo com a ACRP - Airport Cooperative Research Program	28
3. Estudo de caso	31
3.1) Visita técnica a Viracopos.....	31
3.1.1) Introdução	31
3.1.2) Situação Atual	32
4. Desenvolvimento	34
4.1) Hotran e VRA.....	34
4.2) Microdados	37
4.2.1.) Dados Estatísticos das Empresas Brasileiras	38
4.2.2) Análise dos Dados	41
5. Conclusão	44
6. Recomendações para trabalhos futuros	45
7. Referências bibliográficas	46

8. Anexo 1 49

9. Anexo 2..... 54

10. Anexo 3..... 54

1. INTRODUÇÃO

Em países de dimensões continentais como o Brasil (área superior a oito milhões de quilômetros quadrados e mais de cinco mil municípios), o desenvolvimento e a integração do seu território estão fortemente relacionados ao transporte aéreo regional. O setor desempenha importantes papéis, dentre eles (i) a prestação de serviços a regiões remotas e de fronteira, como é o caso da Amazônia Legal, (ii) o desenvolvimento de municípios em todo o território nacional, (iii) a universalização do acesso ao transporte aéreo, e (iv) o fomento da indústria do turismo (Oliveira e Silva, 2008).

A indústria de transporte aéreo no Brasil se desenvolveu, significativamente, nos últimos anos, sendo observados sucessivos aumentos da demanda de passageiros. Além do crescimento econômico do país, esforços para a liberalização do mercado, iniciados no início da década de 1990, foram fundamentais para esta evolução (McKinsey e Company, 2010).

Após mais de 10 anos consecutivos de crescimento do mercado do transporte aéreo doméstico brasileiro, o número de passageiros pagos transportados apresentou a sua primeira redução em 2016 (7,8%). Ainda assim, no mesmo ano, foram transportados um total de 88,7 milhões de passageiros somente em voos domésticos. Se somados aos voos internacionais, o setor registrou uma inclusão de 50 milhões de passageiros nos últimos dez anos (Anac, 2017).

A Figura 1 apresenta a quantidade de passageiros pagos transportados no Brasil em voos domésticos no período de 2007 a 2016, conforme dados do Anuário da Anac – Agência Nacional de Aviação Civil de 2016 (Anac, 2017). Neste período houve um crescimento de 87% do número de embarques domésticos.

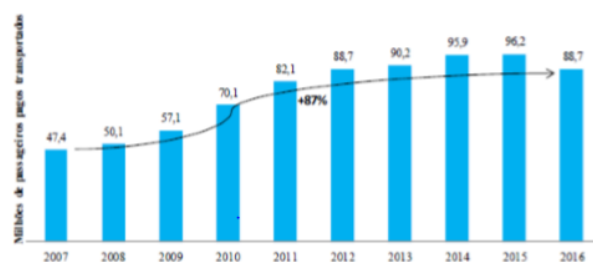


Figura 1 – Evolução do número de passageiros pagos transportados – mercado doméstico 2007 –

2016

Fonte: Anac (2017)

Segundo a Secretaria de Aviação Civil, é previsto que a demanda brasileira triplique em 20 anos, ultrapassando os 600 milhões de passageiros por ano. Mesmo com esse crescimento no setor, o brasileiro ainda viaja pouco de avião, se comparado aos usuários de países desenvolvidos. A média brasileira é de 0,5 viagens de avião por ano, contra 1,7 nos países desenvolvidos e 2,5 nos Estados Unidos (SAC, 2017).

Tendo em vista o cenário brasileiro, o dimensionamento adequado de terminais de passageiros é de suma importância para projetos de novos aeroportos e para melhorias dos aeroportos existentes.

O número de passageiros na hora-pico é necessário para o dimensionamento do terminal de passageiros. Um valor razoável é escolhido para fins de projeto pela análise do volume de tráfego na hora-pico. O processo envolve estimativas do número de passageiros em meses de pico, dias de pico e finalmente, hora-pico.

Conhecendo-se o número máximo de usuários em cada componente ao longo da hora-pico e escolhendo-se o nível de serviço desejado, dimensiona-se o terminal de passageiros. Qualquer erro em uma das etapas deste processo integrado implica num dimensionamento final equivocado, podendo levar a custos superdimensionados e capacidade ociosa, ou ao estrangulamento indesejável de tráfego, com funcionamento do terminal de passageiros em níveis inferiores aos planejados (Andrade, 1993).

1.1) Justificativa

Nas últimas décadas, em conjunto com o elevado crescimento econômico e populacional, houve um crescimento considerável na necessidade de obras de infraestrutura no país, principalmente nas redes de transporte. É importante lembrar que no Brasil ainda há uma defasagem muito grande entre as redes existentes e a capacidade necessária para atender a demanda do país, que possui dimensões continentais. Entretanto, esse cenário vem lentamente sendo alterado, com esforços de

diversas entidades públicas e privadas para estabelecer no país uma infraestrutura de transportes condizente com suas necessidades.

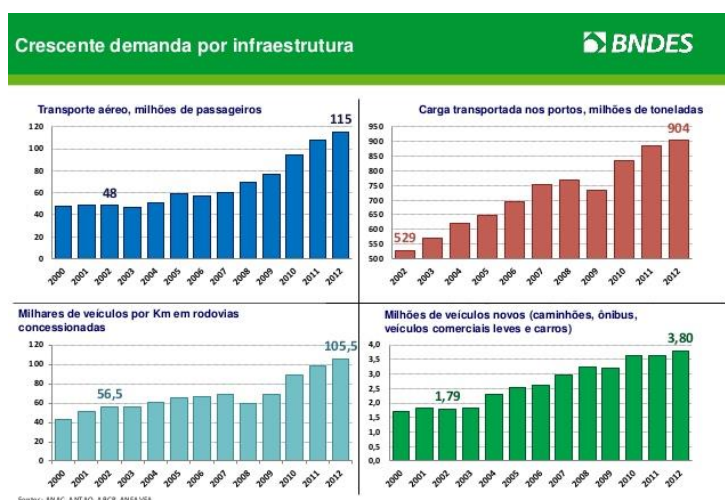


Figura 2 - Demanda crescente por infraestrutura no Brasil

Fonte: FGV EBAPE / BNDES, 2014

No ramo aéreo, houve concessões de aeroportos para a iniciativa privada. O governo resolveu fazer concessões, pois nos últimos anos houve um crescimento muito forte da demanda pelo uso dos serviços dos aeroportos no Brasil. A média mundial de crescimento no movimento de passageiros foi de 40%, de 2003 a 2010. No Brasil, o aumento foi de 118%, no mesmo período. Entre 2009 e 2010, a variação foi de 6,6% no mundo e de 21,3% no Brasil. Esse aumento faz com que haja uma necessidade crescente de investimentos para a manutenção da qualidade no atendimento nos aeroportos e para a adoção de padrões internacionais de operação. Assim, o governo brasileiro avalia que, como em outros segmentos da economia, a parceria com a iniciativa privada vai viabilizar com mais rapidez os investimentos, a troca de experiências e a absorção das melhores práticas no setor. (Anac 2011).

A concessão de aeroportos tem como objetivo atrair investimentos para ampliar, aperfeiçoar a infraestrutura aeroportuária brasileira e, consequentemente, promover melhorias no atendimento aos usuários do transporte aéreo no Brasil. Os níveis de qualidade dos serviços determinados para esses aeroportos, baseados em

padrões internacionais, estão previstos nos contratos de concessão, que são geridos e fiscalizados pela Anac.

As concessões de aeroportos foram iniciadas em 2011, com o Aeroporto de São Gonçalo do Amarante (RN). Em 2012, foram licitados os aeroportos de Brasília/DF, Guarulhos e Viracopos, em São Paulo; e, em 2013, os Aeroportos Internacionais Antônio Carlos Jobim - Galeão, no Rio de Janeiro/RJ e Tancredo Neves - Confins, em Minas Gerais. Tais concessões visaram melhorar a qualidade de serviços desses aeroportos e acelerar a execução das obras necessárias ao atendimento da demanda pelo transporte aéreo, o crescimento do setor no país e a realização de grandes eventos, como foi a Copa do Mundo FIFA em 2014 e os Jogos Olímpicos em junho de 2016. Em 2017, mais quatro aeroportos foram concedidos: Pinto Martins, em Fortaleza/CE; Luiz Eduardo Magalhães, em Salvador/BA; Hercílio Luz, em Florianópolis/SC; e Salgado Filho, em Porto Alegre/RS.

Em agosto de 2017, o Governo Federal anunciou, além da alienação da participação acionária da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero) nas concessionárias dos aeroportos de Brasília, Confins, Galeão e Guarulhos, nos quais detém 49% do controle, uma nova rodada de concessões. Em outubro, foram incluídos no Programa Nacional de Desestatização 13 aeroportos, que foram concedidos em blocos regionais. O bloco do Nordeste foi formado pelos aeroportos de Recife/PE, Maceió/AL, Aracaju/SE, João Pessoa/PB, Campina Grande/PB e Juazeiro do Norte/CE. Outro bloco é o Sudeste, no qual foram concedidos os aeroportos de Vitória/ES e Macaé/RJ. Por fim, há o bloco do Centro-Oeste, com a concessão dos aeroportos de Cuiabá/MT, Sinop/MT, Rondonópolis/MT, Alta Floresta/MT e Barra do Garças/MT. Esse último aeroporto foi excluído do processo em agosto de 2018. (Anac)

Em março de 2019 o governo lançou no Diário Oficial da União (DOU) edital para selecionar interessados em realizar os estudos técnicos para concessão de uma nova rodada de aeroportos. Segundo o documento, os leilões irão contemplar 22 aeroportos, organizados em três blocos – Sul, Norte e Central. O anúncio de mais uma lista de privatizações ocorre logo depois do leilão, dos 12 aeroportos que renderam R\$ 2,377 bilhões ao governo federal.

Em um contexto de grande investimento no sistema aeroportuário, um método alternativo no cálculo da hora-pico de passageiros iria permitir uma comparação com método vigente, contribuindo para que os investimentos sejam feitos de maneira mais racional. Uma vez que todo o cálculo atual é regulamentado pela

Anac/Infraero e foi regulamentado por Forecasting Passenger Peak Hour – A Stability Analysis in Brazilian Airports (Wang, P.T.,1995).

O trabalho no qual o cálculo se fundamenta pertence a outra época do transporte aéreo. Principalmente a partir de 2001 quando há ocorrência do atentado de 11 de Setembro, ocorreram mudanças significativas no transporte aéreo em geral, principalmente quanto ao quesito segurança, que impactam de forma significativa a operação do transporte aéreo Brasileiro e mundial.

1.2) Objetivo

O objetivo geral desse trabalho é avaliar a metodologia utilizada pela Infraero/Anac para cálculo da hora-pico dos aeroportos no Brasil, em comparação com outros métodos. Assim, foram definidos os seguintes objetivos específicos que se darão a partir da análise da metodologia atual:

- Revisão dos métodos de cálculo já existentes internacionalmente para dimensionamento de um terminal de passageiros, focando no cálculo do número de passageiros na hora-pico e suas possíveis aplicações nos aeroportos brasileiros.
- Desenvolvimento de um estudo de cálculo de hora-pico para determinado aeroporto brasileiro, o aeroporto escolhido foi o de Santos Dumont, localizado no Rio de Janeiro, ele foi analisado por ser um dos principais aeroportos controlado pela Infraero e possuir apenas vôos domésticos, o que possibilitaria comparar os dados calculados com a metodologia da Infraero.
- Confrontar o cálculo de passageiros na hora-pico feito pela ANAC/INFRAERO, com o método da 30ª hora-pico, utilizando dados reais dos partidas dos aviões e a curva de chegada de passageiros.

1.3) Metodologia

Para atender os objetivos mencionados, este trabalho adotou a seguinte metodologia:

- Coleta e familiarização com dados de transporte aéreo disponibilizados em plataformas online tais como o próprio site da Anac (<https://www.anac.gov.br/>), Infraero (<http://www4.infraero.gov.br/>) e no sistema HORUS (<https://horus.labtrans.ufsc.br>).
- Estudo e análise do anuário estatístico operacional disponibilizado pela Infraero, com informações relativas a todos os aeroportos administrados pela Infraero.
- Familiarização com o método de cálculo ACRP (Airport Cooperative Research Program), planilha eletrônica para determinação do dia pico ou hora pico a partir de dados anuais de demanda.
- Análise e comparação de perfis de chegada de passageiros utilizados pela Infraero e Anac com estudos e pesquisas dos aeroportos brasileiros.

1.4) Limitações

Para o cálculo proposto de passageiros na hora-pico de um aeroporto, temos de reunir um volume significativo de dados de partidas reais e chegadas reais de voos realizados em um determinado aeroporto brasileiro. Para tanto, tivemos acesso a base de dados da Anac, na qual são disponibilizados mensalmente, os microdados do registro das tarifas aéreas domésticas e internacionais comercializadas.

Esses dados são disponibilizados em arquivos “.txt” e para serem processados utilizou-se da ferramenta computacional Python, devido a sua grande quantidade de arquivos para realizar os cálculos e análises, havia dados de 11 companhias aéreas, para cada um dos 12 meses do ano, sendo 132 arquivos no total. Um exemplo de como os dados são fornecidos estão no Anexo 2. O procedimento realizado para trata-los está descrito no capítulo 4.2.2).

Outro ponto que foi encontrado como fator limitante é que os microdados fornecem apenas o horário de partida realizado pelo avião o ATD, Actual Time of Departure. Enquanto, na verdade os tempos de chegada ao aeroporto estão relacionados ao horário planejado de viagem, o STD, Standard Time of Departure. Um ponto que também, limita a abrangência do trabalho é a de que só foi analisado os dados de embarque dos passageiros, isso porque no momento que os passageiros vão embarcar no avião, eles ficam mais tempo no aeroporto do que quando vão desembarcar.

Assim, para realizar os processamentos de forma menos morosa, decidiu-se escolher apenas um aeroporto para realizar as análises, o aeroporto escolhido foi o de Santos Dumont, localizado no Rio de Janeiro, esse aeroporto foi escolhido por ser um dos principais aeroportos controlado pela Infraero e possuir apenas vôos domésticos, o que possibilitaria comparar os dados calculados com a metodologia da Infraero.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse item serão abordados alguns aspectos de mais relevância sobre os principais temas desse trabalho: metodologias já existentes e proposta de cálculo da hora-pico.

2.1) Diferentes metodologias para o cálculo da hora-pico

O dimensionamento e a avaliação da capacidade de um Terminal de Passageiros são itens fundamentais para os planejadores e operadores de terminais de passageiros. O número de passageiros na hora-pico é necessário para o dimensionamento do terminal de passageiros. O conceito da hora-pico pode ter definições diferentes dependendo do órgão responsável ou da fonte de estudo. Dentre as fontes mais relevantes, a seguir, temos as definições mais conhecidas:

- Para o DAC (Departamento de Aviação Civil), a hora-pico é “a hora mais ocupada do dia médio do mês pico. (Alves et al., 2003);
- Para a FAA (Federal Aviation Administration), a hora-pico é a “a hora mais ocupada do dia médio do mês pico”. (FAA, 1988);
- Para Horonjeff, a hora-pico é “a trigésima hora mais movimentada do ano”, baseia-se no planejamento de rodovias (Horonjeff, 1983);
- Para a IATA (International Air Transport Association), a hora-pico é “a hora de maior movimentação de passageiros do dia da semana média do mês pico” (IATA,1981);
- Para a ICAO (International Civil Aviation Organization), a hora-pico é a “trigésima hora de maior movimentação de passageiros no ano”. Esse conceito é conhecido como SBR (Standard Busy Rate) (ICAO, 1987);
- No projeto do aeroporto de Calgary, a hora-pico foi “a hora correspondente aos 95% de ocupação horária máxima”. A demanda de passageiros máxima corresponde a uma situação que a capacidade é superada em 5%. Esta hora-pico deve ser identificada após a análise do fluxo de passageiros embarcados e desembarcados em voos domésticos e internacionais durante os dias do ano. Esse

conceito é conhecido como BHR (Busy Hour Rate) (Ashford et al., 1984);

- Para Wells, a hora-pico de um dia médio no mês pico está geralmente na escala de 3 a 5% do volume anual de passageiros (Wells, 1996). Este percentual refere-se ao total de passageiros embarcados e desembarcados na hora-pico. Deste modo, a hora-pico pode ser facilmente identificada e pode ser considerada, como sendo, 50% de passageiros embarcados e 50% de passageiros desembarcados;
- Para Beinhaker, a hora-pico é “a hora cujo movimento não é excedido em mais de 15 vezes no ano” (Beinhaker, 1972).

Os aeroportos em geral possuem diferentes fluxos de tráfego de passageiros durante o ano. Muitos terminais ficam desertos durante muitas horas do ano, ao passo que, essas mesmas instalações, em poucas horas podem ser operadas com altos fluxos de solicitação.

Na hora-pico, ficam evidentes os esforços exigidos para atender a uma superdemanda resultante da movimentação de pousos e decolagens das diversas aeronaves concentradas nesse período. Se o dimensionamento fosse feito pelas demandas de pico, existiria uma capacidade ociosa para a maior parte dos períodos de operação, admite-se, então, que em algumas horas durante a operação de um aeroporto em um ano haverá uma sobrecarga de passageiros sobre o aeroporto, resultando em atrasos e congestionamentos. A Figura 3 mostra uma das características do pico de tráfego para um aeroporto típico, ou seja, a curva dos volumes de tráfego de passageiros em ordem de grandeza. Pode-se observar que, durante algumas horas por ano, há volumes de tráfego muito altos.

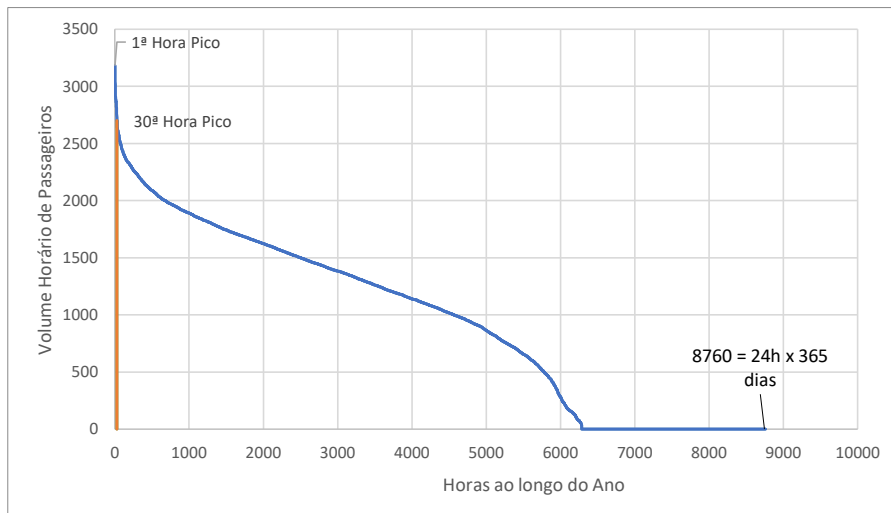


Figura 3 – Distribuição horária típica de volume de passageiros em um aeroporto durante um ano.

O formato e o volume da curva acima diferem entre aeroportos. A natureza dessas diferenças pode ser vista examinando a forma das curvas para três aeroportos com funções operacionais diferentes conforme mostra a Figura 4.

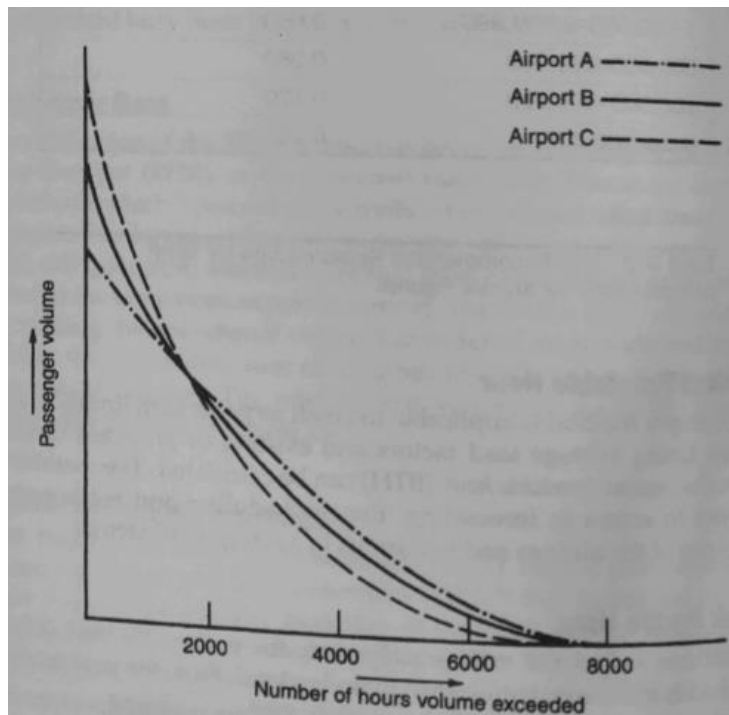


Figura 4 – Distribuição horária típica de volume de passageiros em um aeroporto durante um ano para três aeroportos diferentes com diferentes características.

Fonte: Airport Operations, ASHFORD, 3rd Edition.

- Aeroporto A: Aeroporto de alto volume com grande quantidade de voos domésticos de curta distância (Típico Hub dos Estados Unidos ou da Europa).
- Aeroporto B: Aeroporto de médio volume de tráfego com operações domésticas/internacionais e curta distância/longa distância balanceadas (Aeroporto típico metropolitano do Norte da Europa).
- Aeroporto C: Aeroporto de médio volume de tráfego com alta proporção de voos internacionais concentrado em temporadas de férias (Aeroporto típico da região do Mediterrâneo, servindo áreas turísticas).

O aeroporto C terá uma proporção maior de seu tráfego durante os períodos de pico e, portanto, há um desvio para o gráfico em comparação com o aeroporto B. Um hub típico dos EUA ou da Europa, por outro lado, com maiores quantidades de tráfego doméstico de curta distância transporta volumes de passageiros mais regulares ao longo dos períodos 0700 a 1900 horas, diminuindo a inclinação à esquerda do gráfico.

2.2) Cenário atual: Como é feito o cálculo da demanda na hora-pico pela Infraero/Anac

A Superintendência de Estudos, Pesquisas e Capacitação para a Aviação Civil – SEP em parceria com a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – Infraero publicou, em 2007 o relatório: “Demanda Na Hora-Pico dos Aeroportos da Rede Infraero”, no qual, a SEP definiu as horas-picos para os aeroportos administrados pela Infraero e também estabeleceu as demandas futuras, tendo em vista as necessidades de infraestrutura aeroportuária. Assim, um dos objetivos deste trabalho foi estabelecer, em conjunto com a Infraero, uma base de dados padronizada do movimento horário de passageiros e de aeronaves, dos aeroportos administrados pela empresa.

2.2.1.) Índice de Concentração na Hora-Pico total

Em virtude da não existência de nenhum tipo de estudo detalhado sobre a concentração da demanda, muitos relatórios de planejamento aeroportuário utilizam-se do Typical Peak Hour Passengers – TPHP elaborado pela Federal Aviation Administration (FAA, 1988), que fornece as faixas de demanda anual e seus respectivos índices de concentração da demanda na hora-pico. No relatório da SEP, foi utilizado como base o TPHP e adaptou-se o mesmo para a realidade brasileira, utilizando-se de dados disponíveis na época do relatório:

- Volumes de embarque e desembarque anual utilizados disponíveis em “Demanda Detalhada dos Aeroportos Brasileiros - 2005”;
- Movimentação horária de passageiros (origem, embarque, conexão e desembarque) disponibilizados pela Superintendência de Planejamento e
- Avaliação Operacional – DOPO da Infraero.

Assim, o índice de concentração foi calculado com base nesses dados, restritos à época e aos aeroportos existentes na rede da Infraero para o período de 1997 a 2005. O próprio relatório publicado admite que os resultados são passíveis de uma revisão futura, com a utilização de uma série histórica mais extensa e mais unidades aeroportuárias.

A seguir, o índice de concentração de demanda de passageiros na hora-pico para aeroportos brasileiros.

FAIXA DE DEMANDA ANUAL DE PASSAGEIROS	ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO - BRASIL	
	Limite Inferior (%)	Limite Superior (%)
ABAIXO 100 MIL	0,399	0,169
100 MIL ATÉ 399,9 MIL	0,118	0,084
400 MIL ATÉ 999,9 MIL	0,070	0,064
1 MILHÃO ATÉ 2,99 MILHÕES	0,051	0,046
3 MILHÕES ATÉ 7,9 MILHÕES	0,038	0,036
ACIMA DE 8 MILHÕES	0,027	0,024

Tabela 1 - Índice de concentração de demanda

Fonte: Demanda Na Hora-Pico dos Aeroportos da Rede Infraero

No capítulo 2 do relatório, foi apresentado a demanda na hora-pico para 2005 e sua projeção para os horizontes de curto, médio e longo prazos – cinco, dez e 20 anos, respectivamente. O estudo teve como objetivo reforçar a necessidade de concepção de um banco de dados integrado do transporte aéreo, com informações anuais e horárias, que seja objeto de atualização constante, a exemplo do que ocorre nos países onde a atividade é consolidada, visando à elaboração de uma curva específica para a hora-pico de projeto que, devido à constante evolução do mercado e mudanças de características dos usuários, deve ser periodicamente revisada.

2.2.2.) Metodologia Utilizada

Para definição da hora-pico de passageiros, o estudo adotou como referência a tese denominada *Forecasting Passenger Peak Hour – A Stability Analysis in Brazilian Airports* (Wang, P.T.,1995). Com base na referida publicação, as demandas horárias de um aeroporto registradas ao longo de um ano são descritas em percentuais do movimento anual, em ordem decrescente. Esses percentuais são somados, até que se obtenha uma participação acumulada de 3,5% do movimento anual, que representa o atendimento de 96,5% da demanda.

2.2.3.) Dados de Entrada

O relatório: “Demanda Na Hora-Pico dos Aeroportos da Rede Infraero”, é de muita valia para a criação de uma base de dados padronizada do movimento horário de passageiros e de aeronaves, porém não trata dos dados de entrada para o cálculo dos passageiros na hora-pico de um aeroporto, enfoque deste trabalho. Não foram definidos como foram obtidos os dados horários de passageiros.

2.3) Curvas de chegadas de passageiros

Os métodos de teoria de filas quantificam os tempos de chegada de passageiros aos pontos de processamento, bem como o número de passageiros na fila formada e o tempo de espera até o mesmo ser atendido segundo uma taxa de serviço definida. Os modelos de teoria de filas se dividem em determinísticos e estocásticos. Modelos de teoria de filas são típicos para uso no check-in, controle de passaportes, segurança e na área de restituição de bagagens.

Pode-se ter diferentes perfis de chegada de passageiros, os mais comumente empregados são o modelo de chegada normal e o modelo de chegada constante. Como pode ser observado no Gráfico e no Gráfico .

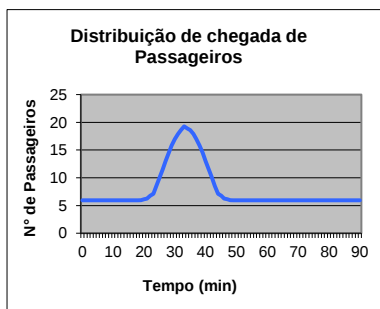


Gráfico 1 – Distribuição de chegada de passageiros normal

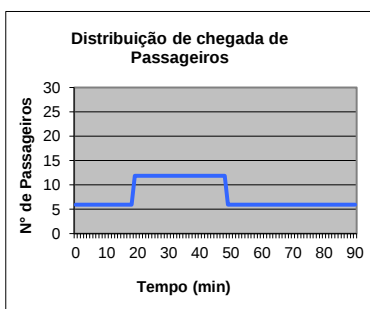


Gráfico 2 – Distribuição de chegada de passageiros constante

De acordo com a ADRM, Airport Development Reference Manual, temos que a mais indicada é a distribuição normal, por ser mais realista. Além disso é recomendado utilizar intervalos de 5 minutos e considerar que todos os passageiros chegam até 30 minutos antes do voo. Como pode ser observado no Gráfico 3, temos um perfil de chegada acumulada de passageiros que se assemelha a uma curva S.

Ainda temos, de acordo com a IATA, (IATA, 1989) que esse perfil de curvas de chegada pode variar conforme o horário de partida do voo, uma vez que para voos matinais há menor propensão a se acordar cedo, enquanto para voos noturnos chega-se mais cedo no aeroporto o que pode ser verificado no Gráfico 4, que possui o perfil de chegada de passageiros para três períodos distintos.

Commented [RC1]: Qual documento

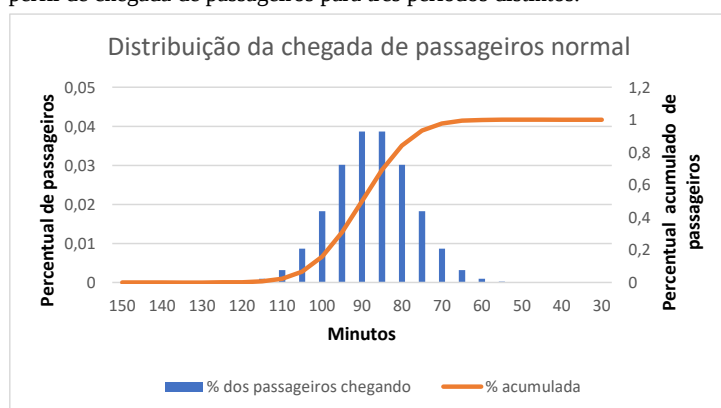


Gráfico 3 – Perfil de chegada dos passageiros em um aeroporto.

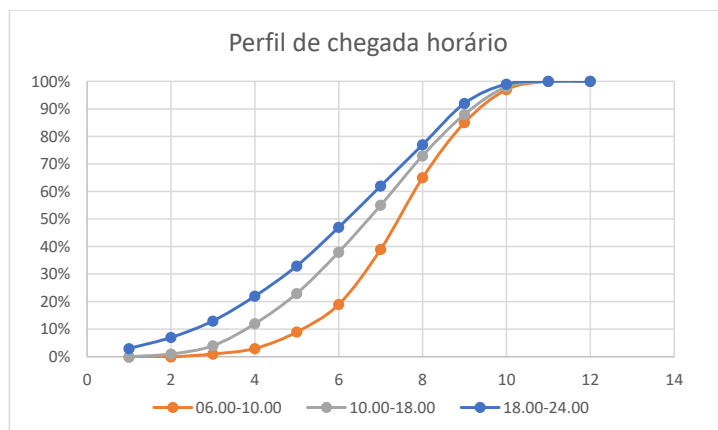


Gráfico 4 – Perfil de chegada horário.

A curva de chega, ou perfil de chegada, de passageiros no aeroportos é de suma importância para o cálculo de passageiros na hora pico e consequentemente, dimensionamento de um terminal de passageiros.

Como visto anteriormente, no gráfico 4, a IATA, (IATA, 1989), adota um perfil característico de chegada de passageiros em um aeroporto, este perfil, variando conforme o horário do dia.

Com o intuito de obter a 30ª Hora Pico do aeroporto de Santos Dummont (SBRJ) a partir do método desenvolvido neste presente relatório, fez-se necessário obter a curva de chegada dos passageiros neste determinado aeroporto. Para tal, fez-se o uso da Pesquisa de Satisfação do Passageiro, posse do Ministério da Infraestrutura e disponível em <https://www.infraestrutura.gov.br/pesquisa-satisfacao.html>, desenvolvida e divulgada trimestralmente pela Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC), que mede a satisfação dos passageiros em 38 itens de infraestrutura, atendimento, serviços e itens de gestão dos 20 principais aeroportos do Brasil. O mapeamento permite ao governo brasileiro monitorar o desempenho operacional dos terminais e a percepção do usuário sobre o serviço, além de oferecer bases para o planejamento de políticas públicas para o setor.

De posse da Pesquisa de Satisfação, para os 4 trimestres de 2018, do Aeroporto Santos Dummont – Rio de Janeiro (SBRJ), foi possível extrair os dados de antecedência de chegada dos aeroportos, necessários para compor a curva de chegada

dos passageiros no aeroporto. Os dados referente a pesquisa encontram-se nas Figura 5, Figura 6, Figura 7 e Figura 8.

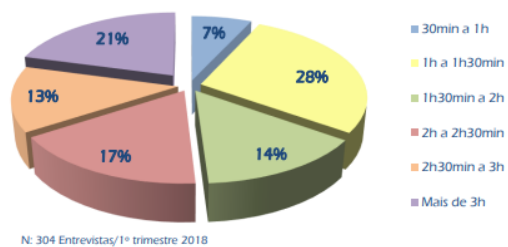


Figura 5 - Antecedência de chegada para vôo doméstico 1º Trimestre 2018.

Fonte: Relatório de Desempenho Operacional dos Aeroportos – Aeroporto Santos Dummont – Rio de Janeiro (SBRJ).

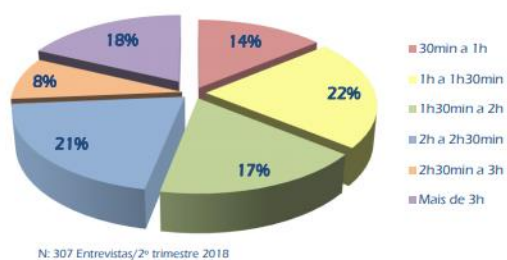


Figura 6 - Antecedência de chegada para vôo doméstico 2º Trimestre 2018.

Fonte: Relatório de Desempenho Operacional dos Aeroportos – Aeroporto Santos Dummont – Rio de Janeiro (SBRJ).

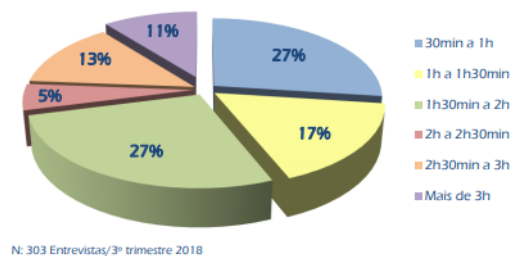


Figura 7 - Antecedência de chegada para voo doméstico 3º Trimestre 2018.

Fonte: Relatório de Desempenho Operacional dos Aeroportos – Aeroporto Santos Dummont – Rio de Janeiro (SBRJ).

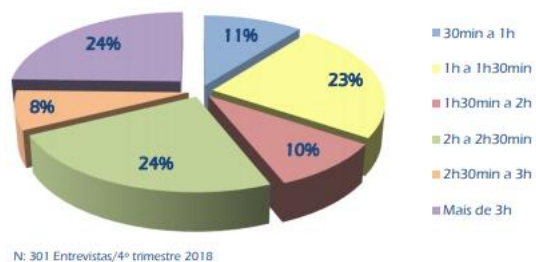


Figura 8 - Antecedência de chegada para voo doméstico 4º Trimestre 2018.

Fonte: Relatório de Desempenho Operacional dos Aeroportos – Aeroporto Santos Dummont – Rio de Janeiro (SBRJ).

Com os dados de antecedência de chegada dos passageiros, foi calculada a média anual de antecedência para o ano de 2018, como é possível se observar na **Error! Reference source not found.2.**

Pesquisa De Satisfação 2018 SBRJ

1º Trimestre 2018		2º Trimestre 2018		3º Trimestre 2018		4º Trimestre 2018		Média 2018	
Antecedência	% Pax	Antecedência	% Pax	Antecedência	% Pax	Antecedência	% Pax	Antecedência	% Pax
3h	21%	3h	18%	3h	11%	3h	24%	3h	19%
2h30 - 3h	13%	2h30 - 3h	8%	2h30 - 3h	13%	2h30 - 3h	8%	2h30 - 3h	11%
2h - 2h30	17%	2h - 2h30	21%	2h - 2h30	5%	2h - 2h30	24%	2h - 2h30	17%
1h30 - 2h	14%	1h30 - 2h	17%	1h30 - 2h	27%	1h30 - 2h	10%	1h30 - 2h	17%
1h - 1h30	28%	1h - 1h30	22%	1h - 1h30	17%	1h - 1h30	23%	1h - 1h30	23%
30 min - 1h	7%	30 min - 1h	14%	30 min - 1h	27%	30 min - 1h	11%	30 min - 1h	15%

Tabela 2 - Pesquisa de Satisfação 2018 (SBRJ)

Fonte: Relatório de Desempenho Operacional dos Aeroportos – Aeroporto Santos Dummont – Rio de Janeiro (SBRJ).

De posse da média anual de chegada de passageiros no Aeroporto Santos Dummont, foi criada a curva de chegada, ou perfil de chegada, dos passageiros no aeroporto. A curva considera a porcentagem de passageiros acumulados em função da antecedência de chegada dos passageiros. Podemos ver a curva utilizada para os posteriores cálculos no Gráfico 5.

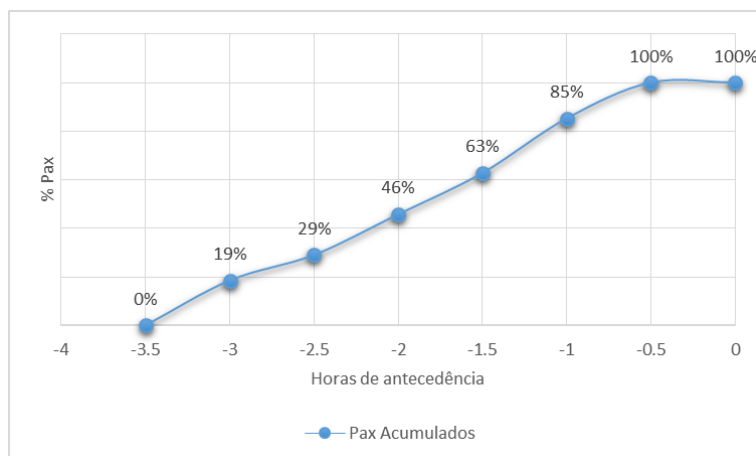


Gráfico 5 - Curva de Chegada SBRJ.

A partir do perfil de chegada obtido, pôde ser feita uma comparação com o perfil de chegada utilizado pela IATA, (IATA, 1989), que também é utilizado para dimensionamento de terminais de passageiros brasileiros. No Gráfico 6 podemos ver a curva de chegada obtida a partir da Pesquisa de Satisfação e as curvas, por horário, sugeridas pela IATA (IATA, 1989).

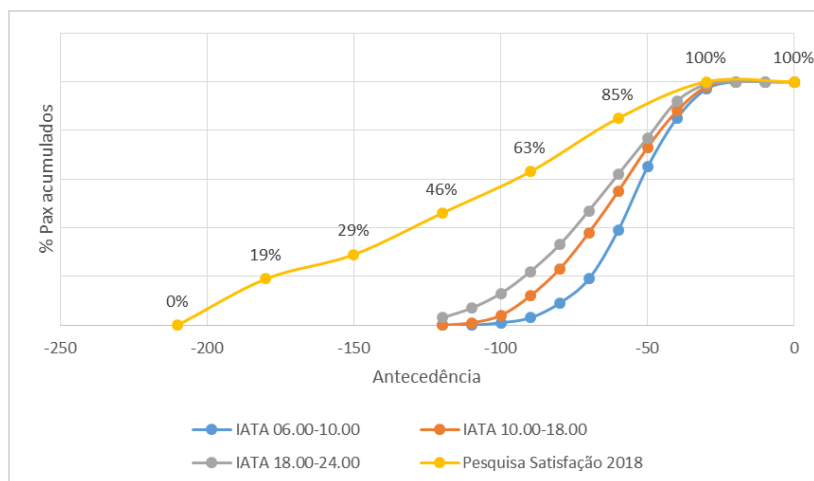


Gráfico 6- Curvas de chegada IATA e Pesquisa de Satisfação.

Existe uma grande diferença entre os perfis de chegada acima. Podemos observar que a IATA, utiliza um perfil exponencial, no qual considera passageiros com uma antecedência de até 2 horas. A Pesquisa de Satisfação produziu um perfil de chegada praticamente linear, no qual observamos a antecedência de chegada de passageiros de até 3 horas.

Em relação a porcentagem de passageiros acumulados, a diferença entre os perfis se torna considerável, uma vez que, por exemplo, para chegadas com uma antecedência de 2 horas, a IATA considera uma porcentagem de passageiros acumulada de praticamente 0% para os três tipos de perfis por horário, enquanto que a Pesquisa de Satisfação nos mostra que em média, para o ano de 2018, no Aeroporto Santos Dummont (SBRJ), cerca de 46% dos passageiros se encontravam no Aeroporto 2 horas antes do voo programado.

Assim, podemos concluir, a partir da análise dos perfis de chegada, que, ao utilizarmos os perfis de chegada sugeridos pela IATA, no dimensionamento de terminais aeroportuários, o dimensionamento pode não condizer com a realizada observada, levando, neste caso exemplo do Aeroporto de Santos Dummont, à um sub dimensionamento.

Com os dados disponíveis na Pesquisa de Satisfação, é possível traçar um perfil de chegada para vários os aeroportos brasileiros. Outra fonte de dados existente que também nos possibilita chegar a uma curva de chegada de passageiros nos aeroportos é o Relatório Executivo produzido pela SAC e a Empresa de Planejamento e Logística S.A. (EPL), intitulado “Conheça o Brasil que voa”.

O relatório apresenta os principais resultados da pesquisa realizada pelo Instituto Olhar Pesquisa e Informação Estratégica, que mobilizou mais de 250 pesquisadores em 65 aeroportos brasileiros, que representaram em 2014, segundo dados da Agência Nacional de Aviação Civil – Anac, 97,9% de toda a movimentação de passageiros de transporte aéreo no Brasil. Se o recorte for dado ao primeiro semestre de 2015, essa representatividade sobe para 98,4%.

Nele, é possível se obter, dentre outras informações relevantes para o dimensionamento e análise de aeroportos, os dados referentes ao tempo de antecedência ao voo (vôos domésticos), para o Brasil e subdivido por regiões. Os dados podem ser visualizados na **Error! Reference source not found.3**.

TEMPO	BRASIL	NORTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	SUDESTE	SUL
Menos de 1h	9,7%	11,7%	7,6%	10,7%	9,7%	10,9%
Entre 1h e 1h59min	47,2%	48,1%	43,2%	50,5%	47,3%	49,9%
Entre 2h e 2h59min	27,3%	25,4%	30,0%	24,6%	27,5%	26,1%
Entre 3h e 3h59min	9,0%	7,6%	10,8%	7,6%	9,1%	8,0%
Entre 4h e 4h59min	3,3%	3,0%	4,0%	3,2%	3,3%	2,9%
5h ou mais	3,1%	4,1%	4,2%	3,1%	2,8%	2,1%
Não respondeu	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%

Tabela 3 - Tempo de antecedência ao voo – voos domésticos (Brasil e Regiões)

Fonte: O Brasil que voa

A partir dos dados foi possível criar o perfil de chegada de passageiros nos aeroportos brasileiros. No Gráfico 7, temos plotados os dois perfis de chegada, o obtido pela Pesquisa de Satisfação 2018 e o da Pesquisa da EPL, que se refere a região sudeste. Podemos notar que tanto o formato da curva quanto os valores de passageiros acumulados se assemelham muito, levando em consideração que a curva obtida pelos dados da EPL possui percentual de passageiros que chegam com mais de 3 horas de antecedência ao aeroporto.

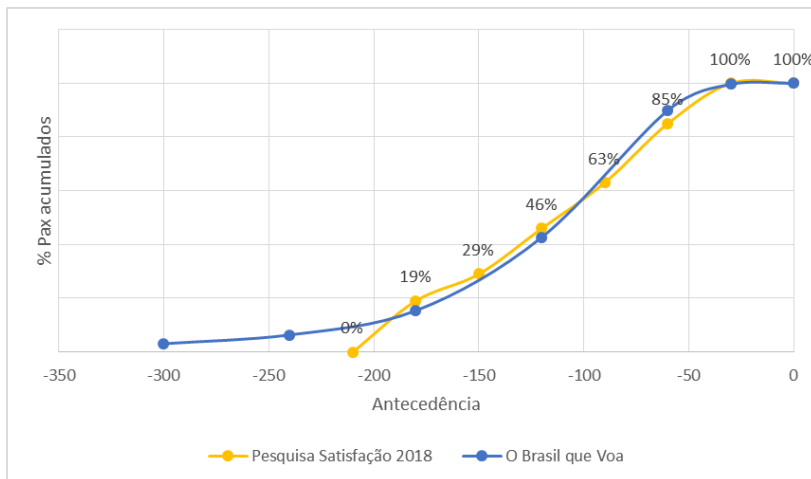


Gráfico 7 - Perfil de chegada de passageiros - comparação.

2.4) Determinação da hora de projeto de acordo com a ACRP - Airport Cooperative Research Program

O Transportation Research Board, através de seu programa cooperativo de pesquisa criou a ACRP – Programa de pesquisa cooperativo para aeroportos que com apoio da FAA, apoia projetos de pesquisa que apresentem soluções práticas para os operadores de aeroportos. Nesse contexto foi desenvolvido o ACRP Report 25, que sistematiza o cálculo da hora de projeto de acordo com os parâmetros da FAA.

Como informado na seção 2 de Revisão Bibliográfica, temos que o método da FAA (Federal Aviation Administration), a hora-pico é a “a hora mais ocupada do dia médio do mês pico”. A seguir será indicada a maneira que o cálculo é realizado.

Primeiramente deve ser inserido na Tabela 4 - Total de passageiro em cada mês nos últimos 5 anos.

4, o número de passageiros em voos comerciais em cada mês dos últimos 5 anos completos.

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2014												
2015												
2016												
2017												
2018												

Tabela 4 - Total de passageiro em cada mês nos últimos 5 anos.

Então a partir da determinação do mês pico que será aquele em que houver a maior demanda, temos que observar a semana tipo deste mês. Pode ser observado, na Tabela 5, a necessidade do número de operações diárias e do número de assentos disponíveis diários para a determinação do dia típico. O dia típico deve ser escolhido como aquele em que o seu valor mais se aproxime da média da semana.

Dias da Semana		Operações diárias		Assentos disponíveis diários	
		Chegadas	Partidas	Chegadas	Partidas
10	Domingo				
11	Segunda				
12	Terça				
13	Quarta				
14	Quinta				
15	Sexta				
16	Sábado				
	Média				

Tabela 5 - Operações dentro de uma semana.

Então a partir do dia escolhido, discretizam-se os voos desse dia em períodos de 10 minutos a partir das chegadas e das partidas. Como pode ser observado na Tabela 6 - Discretização das partidas em períodos de 10 minutos⁶ e na **Error! Reference source not found.**⁷, os itens em amarelo devem ser preenchidos, então há uma filtragem do tipo de voo se é de grande porte, maior que 100 assentos ou regional menor que 100 assentos, se o voo é doméstico ou internacional e a discretização em períodos de 10 minutos que em um dia tem-se 144 partes.

Destino	Empresa Aérea	Configuração de assentos	Horario de partida	Grande porte ou regional	Doméstico / Internacional	Discretização de 10 minutos

Tabela 6 - Discretização das partidas em períodos de 10 minutos.

Origem	Empresa Aérea	Configuração de assentos	Horario de chegada	Grande porte ou regional	Doméstico / Internacional	Discretização de 10 minutos

Tabela 7 - Discretização das chegadas em períodos de 10 minutos.

A partir desses dados temos que automaticamente são calculados a **Error!**

Reference source not found.8 e a

Hora	Períodos de 10 minutos	Assentos na partida						
		Domestico			Internacional			Total
		Grande	Regional	Total	Grande	Regional	Total	
0	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
1	7							

9 que identifica o total de voos em cada hora do dia.

Hora	Períodos de 10 minutos	Assentos no embarque						
		Domestico			Internacional			Total
		Grande	Regional	Total	Grande	Regional	Total	
0	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
1	7							

Tabela 8 - Total de assentos no embarque.

Hora	Períodos de 10 minutos	Assentos na partida						
		Domestico			Internacional			Total
		Grande	Regional	Total	Grande	Regional	Total	
0	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
1	7							

Tabela 9 - Total de assentos na partida.

Logo, somando-se o total da **Error! Reference source not found.**8 com o total da **Error! Reference source not found.**9, temos o total de assentos passageiros em cada período de 10 minutos. Somando os 6 intervalos consecutivos temos a quantidade de passageiros nessa determinada hora. Dessa forma, é possível observar que o ACRP não faz nenhuma consideração sobre o perfil de chegada dos passageiros, considerando que todos os passageiros estão no aeroporto 1 hora antes do voo.

3. ESTUDO DE CASO

3.1) Visita técnica a Viracopos

O Aeroporto Internacional de Viracopos-Campinas (IATA: VCP, ICAO: SBKP) é um aeroporto internacional no município de Campinas, em São Paulo. É um importante centro de tráfego aéreo no Brasil e por superfície o maior centro de carga aérea na América do Sul. Viracopos é o hub da AZUL Linhas Aéreas e também hub carga aéreo principal da LATAM Cargo. Devido a essa grande importância e a possibilidade de se realizar uma visita técnica proporcionado pela Cristiane Borges de Souza, Coordenadora de Planejamento e Gestão da Infraestrutura, o grupo foi ao aeroporto para melhor entender o funcionamento e discutir como poderíamos entender melhor o problema da hora-pico de aeroportos. Em um primeiro momento, esse aeroporto foi o escolhido para realizar as análises, mas devido a facilidade de se conseguir os dados da Infraero, no aeroporto de Santos Dumont, acabou-se mudando o aeroporto analisado.

3.1.1) Introdução

O Aeroporto de Viracopos (SP) foi concedido à iniciativa privada em leilão realizado na BMF&BOVESPA em 06/02/2012. A Aeroportos Brasil Viracopos S.A. foi o consórcio vencedor, e ele é formado pela UTC Participações, Triunfo Participações e Egis e detém 51% do controle do terminal, a Infraero detém os outros 49% das ações de Viracopos.

Antes das concessões dos Aeroportos, temos que todos os aeroportos eram operados pela Infraero, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária, e dessa forma não havia regulamentação do nível de serviço dos aeroportos. Com a concessão, foi estabelecido dentro do edital que os aeroportos devem operar seguindo critérios pré-estabelecidos, pelo PEA, Plano de Exploração Aeroportuária. Para verificar, o nível de serviço do aeroporto, tanto a Anac, que é responsável pela fiscalização, quanto a Aeroportos Brasil Viracopos utilizam o software CAST, para simular o comportamento do terminal.



Figura 9 - Simulação de um Terminal no CAST

Fonte: CAST - arc.de/cast-terminal-simulation/

3.1.2) Situação Atual

Segundo reportagem veiculada no dia 07 de maio de 2018, em “<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/triunfo-participacoes-pede-a-recuperacao-judicial-do-aeroporto-internacional-de-viracopos.ghtml>” temos que a concessionária Aeroportos Brasil, que administra o Aeroporto Internacional de Viracopos, acumulou prejuízos porque a movimentação no aeroporto tem sido abaixo da esperada.

Esse fato decorre do baixo crescimento do país desde o período de concessão, os estudos de projeção de demanda são baseados nas perspectivas de crescimento do PIB, como era esperado que as perspectivas de crescimento no momento da concessão fossem maiores, a expectativa era de que houvesse um movimento no aeroporto maior do que realmente aconteceu. É possível visualizar na Figura 10, a comparação da Projeção divulgada para as empresas no momento do leilão em 2012, com a Projeção realizada pelo ministério dos transportes no Plano Aéreo Nacional, PAN.

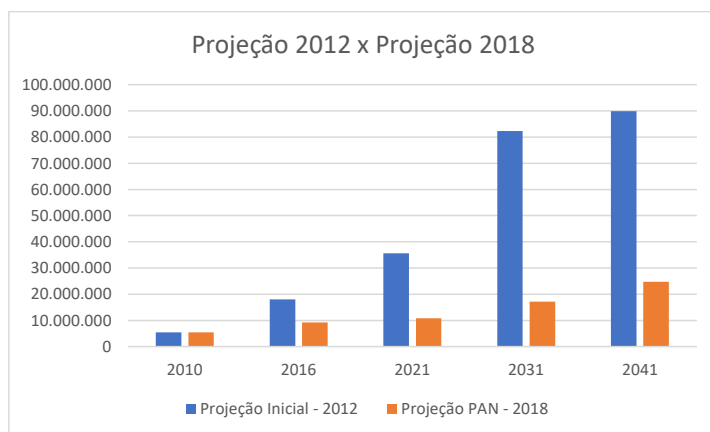


Figura 10 - Projeção 2012 x Projeção 2018.

Portanto, todas as projeções de hora-pico de passageiros consideradas no momento do dimensionamento do terminal, superdimensionaram o número de pessoas o que gerou um alto investimento inicial que faz com que o aeroporto não se sustente financeiramente. Outro fator que prejudicou o retorno financeiro da concessão, foi o fato de que as concessões iniciais, deveriam ser feitas de acordo com uma projeção de demanda que não se verificou posteriormente, essa obrigação foi substituída pelo sistema de gatilho, dispositivo que obriga as empresas a fazerem determinados investimentos se os aeroportos atingirem um patamar de movimentação de passageiros ou aeronaves. Portanto, foi possível verificar nesta visita a importância da projeção de demanda e do cálculo da hora-pico para não se dimensionar inadequadamente o aeroporto.

4. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do trabalho ocorreu em duas etapas que foram completamente distintas. Em um primeiro momento decidiu-se analisar a hora-pico pelos dados aprovados (Hotran) e os dados reais (VRA), após serem encontradas diversas dificuldades de ordem prática, visto que havia algumas incoerências entre o Hotran e o VRA. Além das diferenças encontradas, com o uso do Hotran e do VRA, foi possível obter apenas o número de assentos nas aeronaves, não foi possível obter a quantidade real de passageiros transportados. Assim, para o desenvolvimento da análise necessária neste presente relatório seriam necessários diversos tratamentos e simplificações a partir dos dados obtidos com o Hotran e o VRA.

Outro ponto significativo quanto a primeira parte do trabalho desenvolvido é que os dados disponíveis não possuem um formato de fácil utilização. Os dados encontram-se em planilhas eletrônicas e separados por dia. Assim, para o desenvolvimento da análise de hora-pico anual de um aeroporto, seria necessário o tratamento de 365 planilhas eletrônicas.

Assim, em um segundo momento do desenvolvimento do presente trabalho, verificou-se a existência dos microdados, que apesar de ser necessário um grande processamento e estudo para interpretá-los, fornecia uma maior quantidade de dados e se fez possível utilizar-se de rotinas e scripts de programação para analisá-los de maneira contundente para o cálculo da hora-pico considerando um ano inteiro de operação de um Aeroporto.. As duas etapas estão descritas a seguir.

4.1) Hotran e VRA

Nesta sessão serão exploradas as etapas da metodologia desenvolvidas inicialmente. Serão ilustrados primeiramente como foram obtidos os dados da Anac considerando o Hotran – Lista dos serviços aéreos público vigente e o VRA - Voo Regular Ativo, temos uma ilustração dos dados obtidos em cada um dos serviços, na Tabela 11 e na **Error! Reference source not found.**¹², respectivamente.

Delimitou-se como escopo desse trabalho os voos nacionais, dessa forma filtraram-se as colunas ICAO Aeródromo Origem e ICAO Aeródromo Destino, com apenas os aeroportos nacionais. Como pode ser observado no Anexo 1.

Commented [RC2]: Parágrafo para desenvolver as dificuldades
Mostrar dificuldades e mostrar os resultados.

Então realizou-se um filtro para se obter os dados de voos realizados em apenas um dia e apenas as decolagens. Enfim compararam-se os horários dos Hotran com o VRA para que seja possível obter o número de assentos em cada voo e determina-se o número de passageiros embarcados como porcentagem do número de assentos.

Em seguida discretizaram-se os voos em períodos de 10 minutos, fazendo a distribuição de chegada de acordo com a IATA, 1989, exibidos na **Error! Reference source not found.10**. Desse modo, foi necessário inserir as condições horárias de cada voo para se determinar a quantidade de passageiros que chegariam em cada voo nos intervalos de 10 minutos. Ao final, distribuiu-se a quantidade de passageiros de cada voo, ao longo do dia e obteve-se o Gráfico 88, que demonstra que no período noturno há mais passageiros no aeroporto.

	120-110	110-100	100-90	90-80	80-70	70-60	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10	10-0
00:00 - 10:00	0	0	0.01	0.03	0.09	0.19	0.39	0.65	0.85	0.97	1	1
10:00 - 18:00	0	0.01	0.04	0.12	0.23	0.38	0.55	0.73	0.88	0.98	1	1
18:00 - 00:00	0.03	0.07	0.13	0.22	0.33	0.47	0.62	0.77	0.92	0.99	1	1

Tabela 10 - Porcentagem de passageiros que chegam previamente antes do voo.

ICAO Empresa Aérea	Número Voo	Código DI	Código Tipo Linha	ICAO Aeródromo Origem	ICAO Aeródromo Destino	Partida Prevista	Partida Real	Chegada Prevista	Chegada Real	Situação Voo	Código Justificativa
AAF	35	0	I	LFPO	SBKP	25/01/2019 06:15	25/01/2019 06:15	25/01/2019 18:15	25/01/2019 18:15	REALIZADO	
AAF	35	0	I	LFPO	SBKP	27/01/2019 06:15	27/01/2019 06:15	27/01/2019 18:15	27/01/2019 18:15	REALIZADO	
AAF	35	0	I	LFPO	SBKP	29/01/2019 06:15	29/01/2019 06:15	29/01/2019 18:15	29/01/2019 18:15	REALIZADO	

Tabela 11 - VRA: Voo Regular Ativo.

Empresa	Nr. Voo	Equip	Seg ¹	Qtde Assentos	Nº SIROS	Data Registro	Início Operação ²	Natureza Operação	Tipo Serviço	Objeto Transporte	Nr. Etapa	Cód Origem ³	Arpt Origem ³	Partida Prevista
AIGLE AZUR	35	A332	0	283	AAF- 000000032	30/10/2018 11:24	21/02/2019 00:00	INTERNACIONAL	REGULAR DE PASSAGEIROS	PASSAGEIROS	1	LFPO	PARIS ORLY AIRPORT -	08:15
AIGLE AZUR	36	A332	0	283	AAF- 000000033	30/10/2018 11:24	21/02/2019 00:00	INTERNACIONAL	REGULAR DE PASSAGEIROS	PASSAGEIROS	1	SBKP	VIRACOPOS - CAMPINAS	22:15
AIGLE AZUR	37	A332	0	283	AAF- 000000035	31/07/2018 12:40	25/12/2018 00:00	INTERNACIONAL	REGULAR DE PASSAGEIROS	PASSAGEIROS	1	LFPO	PARIS ORLY AIRPORT - ORLY	11:45

Tabela 12 - Hotran: Serviços de transporte aéreo público registrados vigentes.

¹ para se reduzir espaço se omitiu os dias de semana.

² para se reduzir espaço se omitiu o Fim da Operação.

³ para se reduzir espaço se omitiu o Cód. Destino e o Arpt. Destino



Gráfico 8 - Distribuição de pessoas ao longo do dia no aeroporto.

4.2) Microdados

A SAS - Superintendência de Acompanhamento dos Serviços Aéreos, órgão específico pertencente a Anac, possui um serviço de publicação de dados referente ao transporte aéreo Brasileiro. No endereço virtual <https://sas.Anac.gov.br/sas/downloads/> é possível acessar as informações dos dados estatísticos relativos aos serviços de transporte aéreo brasileiro.

RESOLUÇÃO Nº 191, DE 16 DE JUNHO DE 2011., Art 1º As empresas brasileiras e estrangeiras que exploram serviços de transporte aéreo público no país deverão fornecer mensalmente à Anac, até o dia 10 (dez) do mês subsequente ao mês de referência e de acordo com as instruções a serem expedidas pela Superintendência de Regulação Econômica e Acompanhamento de Mercado - SRE, os dados estatísticos das operações por elas realizadas.

O presente trabalho, ateu-se apenas a empresas brasileiras, assim, os dados posteriormente analisados serão referentes a dados estatísticos das empresas brasileiras de transporte aéreo público regular e não regular, exceto as de Táxi-Aéreo.

4.2.1.) Dados Estatísticos das Empresas Brasileiras

Nos dados fornecidos pelas empresas brasileiras de transporte aéreo público regular e não regular, estão presentes informações relativas às etapas básicas e às etapas combinadas.

As etapas básicas são aquelas realizadas pela aeronave desde a sua decolagem até o próximo pouso, independente de onde tenha sido realizado o embarque ou o desembarque do objeto de transporte. Os dados estatísticos das etapas básicas representam o status da aeronave em cada etapa do voo, apresentando a movimentação de cargas e passageiros entre os aeródromos de origem e destino da aeronave. É a operação de uma aeronave entre uma decolagem e o próximo pouso, ou seja, é a ligação direta entre dois aeródromos.

As etapas combinadas identificam os pares de aeródromos de origem, onde houve o embarque do objeto de transporte, e destino, onde houve o desembarque do objeto de transporte, independente da existência de aeródromos intermediários, atendidos por determinado voo. É a etapa de voo vista com foco no objeto de transporte (pessoas e/ou cargas), com base no embarque e desembarque nos aeródromos relacionados. Os dados estatísticos da etapa combinada informam a origem e destino no voo, dos passageiros e cargas transportadas, independente das suas escalas.

Assim, fica determinado que, para cada etapa básica deverá existir ao menos uma etapa combinada, e para cada etapa combinada deverá existir uma única etapa básica.

Enumeramos as informações relativas aos dados fornecidos pelas empresas aéreas que possuem relevância para o trabalho desenvolvido, a informação completa dos procedimentos para fornecimento dos dados estatísticos das empresas brasileiras de transporte aéreo público regular e não regular, exceto as de Táxi-Aéreo está disponível na PORTARIA Nº 1.189, DE 17 DE JUNHO DE 2011.

A seguir, as informações relevantes relativas aos dados da etapa básica:

- I. Empresa: refere-se ao designador da empresa de transporte aéreo obtido junto à OACI;
- II. Hotran: refere-se ao número do documento aprovado e emitido pela Anac que formaliza as concessões para a exploração de linhas aéreas regulares domésticas e internacionais, de passageiros, carga e/ou da Rede Postal, a serem executadas pelas empresas de transporte aéreo, de acordo com as respectivas previsões de horários, números e etapas dos voos, frequências, tipos de aeronaves e oferta de assentos;

- III. Número do Voo: refere-se ao número atribuído à operação de uma etapa ou de uma série de etapas registradas sob a mesma numeração de voo;
- IV. Dígito Identificador - DI: refere-se ao caractere utilizado para identificar o tipo de autorização para cada etapa de voo;
- V. Data Prevista de Início do Voo: refere-se à data completa, incluindo o ano, o mês e o dia previsto para a partida da primeira etapa do voo;
- VI. Número da Etapa de Origem: indica a sequência do aeródromo de origem entre os aeródromos sob o mesmo número de voo;
- VII. Tipo de Linha: identifica o tipo de operação realizada no voo;
- VIII. Tipo de Etapa: indica o tipo de etapa a que se referem os dados reportados naquela linha de registro;
- IX. Data de Realização: refere-se à data completa, incluindo o ano, o mês e o dia de decolagem da etapa, apurado pelo critério do calço e descalço, conhecido internacionalmente pelo termo em inglês *block-to-block*.
- X. Sigla Origem: designador OACI do aeródromo de origem da etapa;
- XI. Sigla Destino: designador OACI do aeródromo de destino da etapa;
- XII. Consumo de Combustível: quantidade, em litros, de combustível consumida pela aeronave na execução da referida etapa;
- XIII. Aeronave: refere-se às 3 (três) últimas letras da matrícula da aeronave que operou a etapa de voo, conforme consta no Registro Aeronáutico Brasileiro - RAB;
- XIV. Horário de Partida do Voo: é o horário oficial de Brasília em que foi realizada a partida da etapa apurado pelo critério do calço e descalço, conhecido internacionalmente pelo termo em inglês *block-to-block*;
- XV. Horário de Chegada do Voo: é o horário oficial de Brasília em que ocorre a parada da aeronave na área de estacionamento após o pouso, apurado pelo critério do calço e descalço, conhecido internacionalmente pelo termo em inglês *block-to-block*.
- XVI. Assentos Oferecidos: é o número de assentos disponíveis em cada etapa de voo de acordo com a configuração da aeronave na execução da etapa;
- XVII. Payload: é a capacidade total de peso na aeronave, expressa em quilogramas, disponível para efetuar o transporte de passageiros, carga e correio;
- XVIII. Passageiros Pagos: são todos os passageiros que ocupam assentos comercializados ao público e que geram receita, com a compra de assentos, para a empresa de transporte aéreo. Incluem-se nesta definição as pessoas que viajam em virtude de ofertas promocionais, as que se valem dos programas de fidelização de clientes, as que se valem dos descontos concedidos pelas empresas, as que viajam com tarifas preferenciais, as pessoas que compram passagem no balcão ou através do site de empresa de transporte aéreo e as pessoas que compram passagem em agências de viagem;
- XIX. Passageiros Grátis: são todos os passageiros que ocupam assentos comercializados ao público mas que não geram receita, com a compra

- XX. Carga Paga: é a quantidade total, expressa em quilogramas, de todos os bens que tenham sido transportados na aeronave, exceto correio e bagagem, e tenham gerado receitas direta ou indireta para a empresa aérea;
- XXI. Carga Grátis: quantidade total, expressa em quilogramas, de todos os bens que tenham sido transportados na aeronave, exceto correio e bagagem, e não tenha gerado receitas diretas ou indiretas para a empresa aérea;
- XXII. Distância: refere-se à distância, expressa em quilômetros, entre os aeródromos de origem e destino da etapa, considerando a curvatura do planeta Terra;
- XXIII. Tipo Aeronave: designador OACI do tipo da aeronave que operou a etapa de voo;

- I. Sequência de Destino: indica a sequência do aeródromo de destino entre os aeródromos sob o mesmo número de voo;
- II. Sigla Destino: código OACI do aeródromo de destino da etapa combinada;
- III. Cotran: é a abreviatura de Código de Trânsito e é utilizado para diferenciar a forma em que o objeto de transporte (passageiro, carga ou correio) foi desembarcado.
- IV. Passageiros Pagos;
- V. Passageiros Grátis;
- VI. Carga Paga;
- VII. Carga Grátis;
- VIII. Sequência de Destino;
- IX. Sigla Destino;

"AZU2362405018040101 NB18040110SBRJOSBGR0 002121AUQ144600000001154611800856009
000000000000900764000440000000000000000000000344E195999"

41

empresa	hotran	n_voo	DI	inicio_voo	n_etaO	blank1	tipo_linha	tipo_etapa
AZU	236	2405	0	180401	1		N	B

Tabela 13 – Exemplo interpretação de dados.

data_partida	blank2	blank3	origem	blank4	destino	blank5	blank6	combustivel	aeronave
180401	1	0	SBRJ	0	SBGR	0		2121	AUQ

Tabela 14 – Exemplo interpretação de dados.

Os dados estatísticos são disponibilizados em um arquivo no formato .txt, um exemplo do arquivo encontra-se no Anexo 2 do relatório.

4.2.2) Análise dos Dados

Em posse dos arquivos dos dados relativos a Estatísticas do Transporte Aéreo de Empresas Brasileiras do ano de 2018, foi necessário extrair as informações relevantes do transporte aéreo para o desenvolvimento da análise de hora-pico dos aeroportos brasileiros. Para isso, foi desenvolvido um script em linguagem Python para a extração dos dados e cálculo da hora-pico. O script desenvolvido encontra-se no Anexo 3.

A partir dos dados extraídos, foi feita uma análise com o objetivo de determinar a hora-pico dos aeroportos. Foi tida como base a definição de hora-pico da ICAO, na qual a hora-pico é a “trigésima hora de maior movimentação de passageiros no ano”. Conceito conhecido como SBR (Standard Busy Rate)(ICAO, 1987).

Após o tratamento dos dados disponíveis, foi possível criar uma planilha eletrônica na qual temos a quantidade de passageiros totais (passageiros pagos + passageiros grátis) no aeroporto durante todas as horas do ano de 2018. Com os dados horários de passageiros, foi aplicada curva de chegada obtida no Gráfico 5. Posteriormente, organizamos de forma decrescente o número de passageiros totais, afim de determinarmos a 30ª hora-pico do aeroporto. Na Tabela 15, temos um exemplo da tabela de passageiros totais, por hora do ano no aeroporto SBRJ – Aeroporto do Rio De Janeiro Santos Dummont. A tabela encontra-se reduzida, mostrando apenas as 35 primeiras horas mais movimentadas do aeroporto durante o ano de 2018.

Hora	Origem	Total Pax
1	SBRJ	3785
2	SBRJ	3733
3	SBRJ	3728
4	SBRJ	3627
5	SBRJ	3623
6	SBRJ	3603
7	SBRJ	3596
8	SBRJ	3534
9	SBRJ	3534
10	SBRJ	3496
11	SBRJ	3492
12	SBRJ	3488
13	SBRJ	3485
14	SBRJ	3483
15	SBRJ	3481
16	SBRJ	3476
17	SBRJ	3460
18	SBRJ	3446
19	SBRJ	3413
20	SBRJ	3412
21	SBRJ	3409
22	SBRJ	3381
23	SBRJ	3375
24	SBRJ	3375
25	SBRJ	3367
26	SBRJ	3336
27	SBRJ	3330
28	SBRJ	3327
29	SBRJ	3298
30	SBRJ	3295
31	SBRJ	3294
32	SBRJ	3278
33	SBRJ	3278
34	SBRJ	3273
35	SBRJ	3251

Tabela 15 - Movimento passageiros SBRJ.

O Gráfico 9 a seguir nos mostra a 30ª hora mais movimentada durante o ano de 2018 para o aeroporto Santos Dummont, obtido a partir da análise dos microdados da tabela 15 (simplificada).

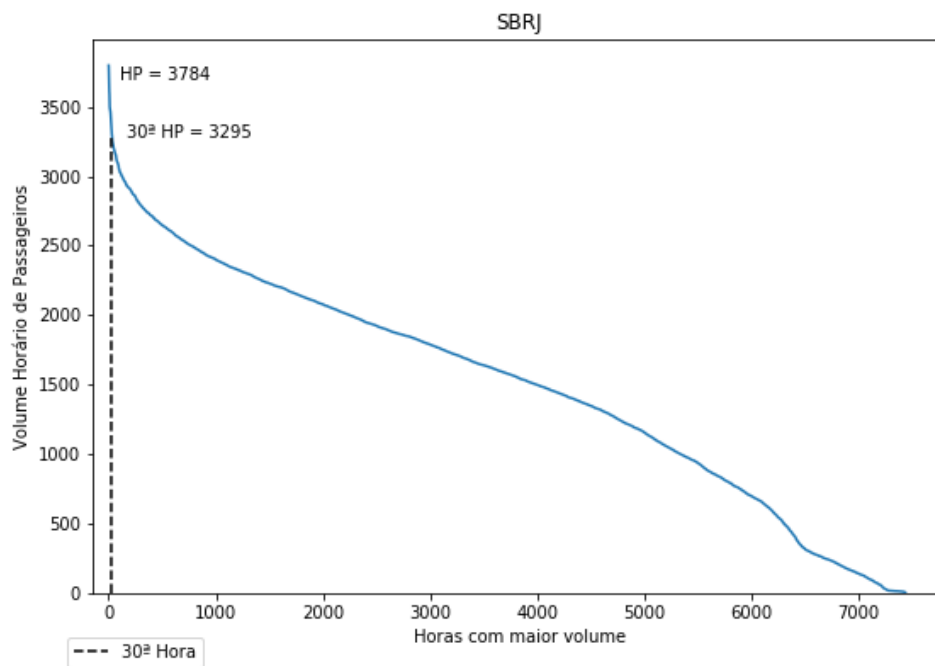


Figura 9 - 30ª hora-pico aeroporto SBRJ.

Conforme observado, o número de passageiros a ser considerado na hora-pico pelo método da 30ª hora mais movimentada do ano foi de 3295 passageiros. Importante notar que das 8760 horas disponibilizadas ao longo do ano, temos apenas 7438, uma vez que o aeroporto possui muitas horas fechado ou sem vôos no período da madrugada. Assim, foi feita uma comparação com os dados presentes no Anuário Estatístico Operacional 2018 da Infraero. Na Figura 10, temos o Movimento Horário no Dia da Hora-Pico de Passageiros Simultâneos 05/02/2018 calculado pela Infraero.

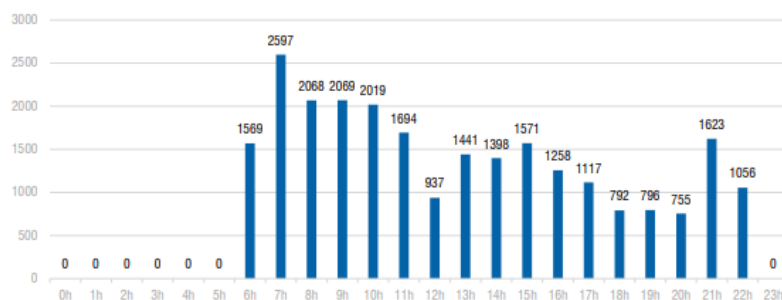


Figura 10 - Movimento Horário no Dia da Hora-Pico de Passageiros Simultâneos 05/02/2018. Aeroporto Santos Dummont.

Fonte: Infraero Aeroportos. Anuário Estatístico Operacional 2018

A metodologia utilizada pela Infraero para o cálculo do movimento de passageiros na hora-pico foi a do cálculo do dia típico, que possui a seguinte definição: “Dia típico é o conjunto formado pelos valores medianos anuais dos movimentos horários de passageiros de cada uma das 24 horas do dia. Em um conjunto de dados ordenados, a mediana é o percentil de ordem 50, ou seja, é uma medida que separa a metade inferior do vetor ordenado de sua metade superior.”

Ainda, segundo a Infraero: “A ideia de tomar tal medida de tendência central para sumarizar o comportamento de cada uma das 24 horas é conseguir obter um perfil de movimento horário ao longo do dia que melhor representaria o aeroporto naquele ano.”.

5. CONCLUSÃO

O número de passageiros na hora pico obtido pela análise dos dados estatísticos com a utilização da metodologia da trigésima hora mais movimentada do ano, para o aeroporto de Santos Dummont foi de 3295 passageiros. Segundo a metodologia do dia típico, utilizada pela Infraero e disponibilizada no Anuário Estatístico Operacional 2018, a hora-pico para o aeroporto Santos Dummont é de 2597 passageiros.

Temos uma diferença significativa no número de passageiros pico para o mesmo aeroporto. Tal diferença pode ser explicada devido alguns fatores. O primeiro

fator diz respeito aos dados. Na análise realizada neste relatório, foram consideradas dados agregados de uma em uma hora, ao passo que o ideal seria calcular a partir de intervalo de 15 minutos e verificar o valor da hora corrida, Rolling Hour. Outro ponto, já destacado se refere ao fato de que os dados utilizados possui apenas o **ATD, Actual Time of Departure**. Enquanto, na verdade os tempos de chegada ao aeroporto estão relacionados ao horário planejado de viagem, o STD, Standard Time of Departure. Isso pode implicar em um maior número de passageiros na área de embarque em função de atraso de saída, o que implica um maior número de passageiros.

Além dos pontos citados acima, temos de considerar que o método da 30ª hora-pico é um método que estima a hora-pico para uma margem de ocupação de cerca de 0,3%, ou seja, neste método a hora-pico resultante representa uma parcela ínfima da ocupação geral do aeroporto.

Commented [RC3]: ATD, em função de atraso de saída implica um maior número de pax.

6. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir do trabalho desenvolvido pudemos estudar a fundo os diversos métodos de cálculo da hora-pico existentes mundialmente e aplicar, na prática o método da ICAO (ICAO, 1987) no aeroporto de Santos Dummont e comparar o resultado obtido com o disponibilizado anualmente pela Infraero no Anuário Estatístico Operacional.

A partir do método desenvolvido de extração e interpretação de dados, faz-se possível a aplicação de outras metodologias de cálculo da hora pico para posteriores comparações com a metodologia usada pela Infraero.

Por fim, outra recomendação para posteriores análises se diz respeito à estudos relacionados a utilização dos softwares de simulação, como por exemplo o CAST, utilizado no aeroporto de Viracopos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. J. P. – Uma Metodologia para Avaliação e Dimensionamento de Terminais de Passageiros em Aeroportos Brasileiros. Tese de Mestrado, EPUSP, São Paulo, 1981.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Anac). Anuário do Transporte Aéreo 2016, volume único, 1ª edição. Brasília, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Anac). Demanda e Oferta do Transporte Aéreo – Empresas Brasileiras Janeiro 2019. Disponível em: <https://www.Anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/demanda-e-oferta-do-transporte-aereo>. Acesso em: 15 Abril 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Anac). Dúvidas sobre as concessões. Disponível em: <https://www.Anac.gov.br/noticias/2011/duvidas-sobre-as-concessoes>. Acesso em: 05 Junho 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Anac) & SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS, PESQUISAS E CAPACITAÇÃO PARA A AVIAÇÃO CIVIL (SEP) & GERÊNCIA DE ESTUDOS E PESQUISAS (GEPQ). Demanda na Hora-Pico Aeroportos da rede Infraero, 1ª Edição, Rio de Janeiro, 2007.

ANDRADE, S. E. C. P. Metodologias para Previsão do Movimento de Passageiros na Hora-pico de um Aeroporto. Trabalho de Graduação, ITA, São José dos Campos, 1993.

ASHFORD, N.; STANTON, H. P.; MOORE, C. A. Airport Operations. John Wiley & Sons, First Edition, New York, 1984.

ASHFORD, N.; STANTON, H. P.; MOORE, C. A. Airport Operations. John Wiley & Sons, 3rd Edition, New York, 2013.

BEINHAKER, P. & ELEK, A. Passenger Terminal Planning and Design. Airport Planning, University of Toronto, Canada, 1972.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). ACRP Report 25, Airport Passenger Terminal Planning and Design Volume 1: Guidelines, Washington DC, 2010.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). Planning and Design Guidelines for Airport Terminal Facilities. Advisory Circular Nº 150/5360-13, Washington, April, 1988. Disponível em: <http://www1.faa.gov/arp/pdf/5360-13.pdf>. Acesso em 05 Junho 2019.

FGV-EBAPE. Perspectivas do Investimento em Infraestrutura no Brasil. SlideShare, 2014. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/fgv-oficial/fgv-ebapeseminriogestopblica3>>. Acesso em: 05 Junho 2019.

HORONJEFF, R. & MCKELVEY, F. X. Planning and Design Airports. McGraw-Hill, 3rd edition, New York, 1983.

Infraero Aeroportos. Anuário Estatístico Operacional 2018. Brasília, DF, Abril 2018.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). ADRM – Airport Development Reference Manual. 11th ed. 2016.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). Airport Capacity Demand Management. IATA, Geneva, 1981.

International Air Transport Association (IATA) Airport Terminal Reference Manual, Seventh Edition, Montreal, Canada, 1989.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). Airport Development Reference Manual. 10th Ed. Montreal, 2014.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). Airport Terminals Reference Manual, 7th edition, Montreal & Geneva, 1989.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). Airport Planning Manual. ICAO, Second Edition, Montreal, 1987.

MCKINSEY & COMPANY. Estudo do setor de transporte aéreo do Brasil: relatório consolidado. Rio de Janeiro, 2010.

MEDEIROS, A. G. M. Um Método para Dimensionamento de Terminais de Passageiros em Aeroportos Brasileiros. 2004. 190p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos. Brasil. Ministério da Infraestrutura. Conjuntura do Setor Aéreo. Janeiro 2019.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. Pesquisa de Satisfação do Passageiro. Disponível em: <<https://www.infraestrutura.gov.br/pesquisa-satisfacao.html>>. Acesso em 05 Setembro 2019.

OLIVEIRA, Alessandro V. M. & SILVA, Lucia H.S. Constituição do Marco Regulatório para o mercado brasileiro de aviação regional. São José dos Campos, 2008. Pp. 204 . Estudo técnico (NECTAR – Núcleo de Economia dos Transportes, Antitruste e Regulação) – ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, 2008.

RIZZATTI, M. S. Análise do Dimensionamento do Terminal de Passageiros do Aeroporto Internacional Hercílio Luz – Florianópolis. 2013. Tese de Graduação, UFSC, Florianópolis, Brasil.

SECRETARIA DE AVIAÇÃO CIVIL DA PRESIDENCIA DA REPÚBLICA (SAC/PR) & EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA (EPL). Conheça o Brasil que Voa. Disponível em: <<http://transportes.gov.br/obrasilquevoa/pdf/Relatorio-Executivo-O-Brasil-que-Voa.pdf>> Acesso em: 05 Setembro 2019.

SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Governo vai investir em 176 aeroportos da aviação regional. Secretaria Nacional de Aviação Civil, Brasília, 24 de agosto de 2016. Disponível em <<http://www.aviacao.gov.br/noticias/2016/08/governo-vai-investir-em176-aeroportos-da-aviacao-regional>>. Acesso em: 23 de agosto de 2017.

AHYUDANARI, E. & VANDEBONA U. Simplified Model for Estimation of Airport Check-in Facilities, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 724 - 735, 2005.

WANG, P. T. Forecasting Passenger Peak Hour - A Stability Analysis in Brazilian Airports. Unpublished M.Sc. dissertation, Department of Aeronautical & Automotive Engineering and Transport Studies, Loughborough University, 1995.

WANG, P. T. The Derivation and Analysis of the Passenger Peak Hour: An Empirical Application to Brazil. Infraero, SCS, Quadra 04, Bloco A, N0 58, Edifício Infraero, Brasília - D F, CEP 70.300- 500, Brasil.

WELLS, A. T. Airport Planning & Management. McGraw-Hill, 3rd edition, USA, 1996.

8. ANEXO 1

A seguir está o código escrito em Python, utilizado para filtrar os aeroportos nacionais e compatibilizar os horários de voos com o número de assentos de cada avião.

```
import openpyxl
import datetime

class ExtractingData:

    def __init__(self):

        self.ICAOList = [
            "SWYN",
            "SNAL",
            "SWBC",
            "SWBI",
            "SBBE",
            "SBCF",
            "SBBH",
            "SWBR",
            "SWBS",
            "SBBR",
            "SNCC",
            "SBKP",
            "SDAM",
            "SBMT",
            "SNRU",
            "SWCA",
            "SBCA",
            "SILQ",
            "SWKO",
            "SBAA",
            "SBCZ",
            "SBBI",
            "SBCT",
            "SWFJ",
            "SWFN",
            "SBFL",
            "SBFZ",
            "SBFI",
            "SBZM",
            "SBGO",
            "SBGR",
            "SBIZ",
```

```
"SBJE",  
"SBJV",  
"SBJP",  
"SBJF",  
"SBJD",  
"SBMQ",  
"SBEG",  
"SNML",  
"SBMO",  
"SBMS",  
"SBNF",  
"SBSG",  
"SWNK",  
"SBOI",  
"SNOZ",  
"SWJV",  
"SBPB",  
"SNPE",  
"SSZW",  
"SBPA",  
"SNPG",  
"SBRF",  
"SBRP",  
"SBRB",  
"SBRJ",  
"SBGL",  
"SBJR",  
"SBSM",  
"SDOE",  
"SBST",  
"SDSC",  
"SBSL",  
"SBSP",  
"SWSN",  
"SDCO",  
"SWMU",  
"SBTT",  
"SBTK",  
"SBTF",  
"SBTE",  
"SBTS",  
"SWXU"  
]
```

```

def ExtractingVRA(self):

    wb = openpyxl.load_workbook('vra_012019.xlsx')

    ws = wb['Planilha1']

    outputTXT = open("outputVRA.txt", "w")

    for row in ws.rows:
        origem = row[4].value
        destino = row[5].value
        if origem in self.ICA0list and destino in self.ICA0list:

            if row[7].value != None and row[6].value != None:

                diff = row[7].value - row[6].value
                if diff.total_seconds()/60 > 15:
                    teste = "atrasado"
                elif diff.total_seconds()/60 < 0:
                    teste = "adiantado"
                else:
                    teste = "on time"

                diff2 = row[9].value - row[8].value
                if diff2.total_seconds()/60 > 15:
                    teste2 = "atrasado"
                elif diff2.total_seconds()/60 < 0:
                    teste2 = "adiantado"
                else:
                    teste2 = "on time"

            output = str(row[0].value) + ";" + str(row[1].value) + ";" +
+ str(row[2].value) + ";" +
                str(row[3].value) + ";" + str(row[4].value) + ";" +
str(row[5].value) + ";" +
                str(row[6].value) + ";" + str(row[7].value) + ";" +
str(row[8].value) + ";" +
                str(row[9].value) + ";" + str(row[10].value) + ";" +
str(row[11].value) + ";" +
                str(diff.total_seconds()/60) + ";" + teste + ";" +
str(diff2.total_seconds()/60) + ";" + teste2

```

```

        outputTXT.writelines(output + "\n")

    outputTXT.close()

def ExtractingHotrans(self):

    wb = openpyxl.load_workbook('diario.xlsx')

    ws = wb['diario']

    outputTXT = open("outputDIARIO.txt", "w")

    for row in ws.rows:
        origen = row[20].value
        destino = row[22].value
        if origen in self.ICA0list and destino in self.ICA0list:

            output = str(row[0].value) + ";" + str(row[1].value) + ";" +
str(row[2].value) + ";" + str(row[3].value) + ";" +
            str(row[4].value) + ";" + str(row[5].value) + ";" +
str(row[6].value) + ";" + str(row[7].value) + ";" +
            str(row[8].value) + ";" + str(row[9].value) + ";" +
str(row[11].value) + ";" + str(row[12].value) + ";" +
            str(row[13].value) + ";" + str(row[14].value) + ";" +
str(row[15].value) + ";" + str(row[16].value) + ";" +
            str(row[17].value) + ";" + str(row[18].value) + ";" +
str(row[19].value) + ";" +
            str(row[20].value) + ";" + row[21].value.encode('utf-8').strip()
+ ";" + str(row[22].value) + ";" +
            row[23].value.encode('utf-8').strip() + ";" + str(row[24].value)
+ ";" + str(row[25].value)

            output = str(row.values)
            outputTXT.writelines(output + "\n")

    outputTXT.close()

```

```

def creatingFlightPaxDict(self):

    wb = openpyxl.load_workbook('Flight_NPax.xlsx')

    ws = wb['Planilha1']

    FlightPaxDict = {}
    for row in ws.rows:
        flight = str(row[0].value)
        pax = str(row[1].value)

        if flight not in FlightPaxDict.keys():
            FlightPaxDict[flight] = pax

    return FlightPaxDict

def addingNpax(self, FlightPaxDict):

    wb = openpyxl.load_workbook('vra_012019.xlsx')

    ws = wb['Planilha2']

    outputTXT = open("NPax.txt", "w")

    for row in ws.rows:
        flight = str(row[1].value)
        if flight in FlightPaxDict.keys():
            NPax = FlightPaxDict[flight]
        else:
            NPax = "Nao encontrado em Hotrans"

        outputTXT.writelines(NPax + "\n")

    outputTXT.close()

```

[illegible]

```
# coding=utf-8
import pandas as pd
import os
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

class EstadisticasTransporteAereo:

    def __init__(self, pathDB, pathGraf):

        self.pathDB = pathDB
        self.pathGraf = pathGraf
        self.files = []

    def parseFiles(self):

        for dirpath, dirnames, filenames in os.walk(self.pathDB):
            for filename in [f for f in filenames if f.endswith("18.TXT")]:
                self.files.append(os.path.join(dirpath, filename))
```

```

def dataframe(self, aeroportos):

    for aero in range(len(aeroportos)):
        a = aeroportos[aero]
        print (str(a))

        df=pd.read_csv(self.files[0],header=None,skiprows=[0],skipfooter=1,engine='python')
        df=df[0].str.extract('(P<empresa>.{3})(P<hotran>.{3})(P<n_voo>.{4})(P<DI>.{1})(P<inicio_voo>.{6})(P<n_eta0>.{2})(P<blank1>.{1})(P<tipo_linha>.{1})(P<tipo_etapa>.{1})(P<data_partida>.{6})(P<blank2>.{1})(P<blank3>.{1})(P<origem>.{4})(P<blank4>.{1})(P<destino>.{4})(P<blank5>.{1})(P<blank6>.{2})(P<combustivel>.{6})(P<aeronave>.{3})(P<h_partida>.{2})(P<m_partida>.{2})(P<blank7>.{7})(P<blank8>.{1})(P<h_chegada>.{2})(P<m_chegada>.{2})(P<assentos_oferecidos>.{3})(P<payload_kg>.{6})(P<pax_pagos>.{3})(P<blank9>.{9})(P<pax_gratis>.{3})(P<bagagem_livre_kg>.{5})(P<bagagem_excesso_kg>.{5})(P<carga_paga_kg>.{6})(P<carga_gratis_kg>.{6})(P<correio_kg>.{6})(P<blank10>.{6})(P<distancia_km>.{5})(P<tipo_aeronave>.{4})(P<blankf>.{3})',expand=True)

        cond1=df['tipo_etapa']=='B'
        cond2=df['origem']==str(a)
        df=df[cond1 & cond2]

        for f in self.files[1:]:
            df2=pd.read_csv(f,header=None,skiprows=[0],skipfooter=1,engine='python')
            df2=df2[0].str.extract('(P<empresa>.{3})(P<hotran>.{3})(P<n_voo>.{4})(P<DI>.{1})(P<inicio_voo>.{6})(P<n_eta0>.{2})(P<blank1>.{1})(P<tipo_linha>.{1})(P<tipo_etapa>.{1})(P<data_partida>.{6})(P<blank2>.{1})(P<blank3>.{1})(P<origem>.{4})(P<blank4>.{1})(P<destino>.{4})(P<blank5>.{1})(P<blank6>.{2})(P<combustivel>.{6})(P<aeronave>.{3})(P<h_partida>.{2})(P<m_partida>.{2})(P<blank7>.{7})(P<blank8>.{1})(P<h_chegada>.{2})(P<m_chegada>.{2})(P<assentos_oferecidos>.{3})(P<payload_kg>.{6})(P<pax_pagos>.{3})(P<blank9>.{9})(P<pax_gratis>.{3})(P<bagagem_livre_kg>.{5})(P<bagagem_excesso_kg>.{5})(P<carga_paga_kg>.{6})(P<carga_gratis_kg>.{6})(P<correio_kg>.{6})(P<blank10>.{6})(P<distancia_km>.{5})(P<tipo_aeronave>.{4})(P<blankf>.{3})',expand=True)

            cond1=df2['tipo_etapa']=='B'
            df2=df2[cond1]
            df=pd.concat([df,df2])

        return df

    def PerfilChegada(self, df):

        df1 = df[['data_partida','origem','destino','h_partida','m_partida','pax_pagos','pax_gratis']]

```

```

df1[["pax_pagos","pax_gratis"]] = df1[["pax_pagos","pax_gratis"]].astype(int)
df1[["h_partida","m_partida"]] = df1[["h_partida","m_partida"]].astype(int)

df1['Pax Total'] = df1['pax_gratis']+df1['pax_pagos']
df1['h-1'] = df1['h_partida'] - 1
df1['h-2'] = df1['h_partida'] - 2
df1['h-3'] = df1['h_partida'] - 3
df1['Data_h'] = df1['data_partida'] + "_" + df1['h_partida'].astype(str)

df1['Data_h-1'] = df1['data_partida'] + "_" + df1['h-1'].astype(str)
df1['Data_h-2'] = df1['data_partida'] + "_" + df1['h-2'].astype(str)
df1['Data_h-3'] = df1['data_partida'] + "_" + df1['h-3'].astype(str)
df1['% h'] = 1.000
df1['% h-1'] = 0.8525
df1['% h-2'] = 0.4575
df1['% h-3'] = 0.1850
df1['Pax 0h - 1h'] = df1['Pax Total'] *df1['% h']
df1['Pax 1h - 2h'] = df1['Pax Total'] *df1['% h-1']
df1['Pax 2h - 3h'] = df1['Pax Total'] *df1['% h-2']
df1['Pax > 3h'] = df1['Pax Total'] *df1['% h-3']
df1['% h Iata'] = 1.000
df1['% h-1 Iata'] = 0.8525
df1['% h-2 Iata'] = 0.4575
df1['% h-3 Iata'] = 0.1850

return df1

def DataframesAll (self, df1):

    df_h = df1[['Data_h','Pax 0h - 1h']]
    df_h1 = df1[['Data_h-1','Pax 1h - 2h']]
    df_h2 = df1[['Data_h-2','Pax 2h - 3h']]
    df_h3 = df1[['Data_h-3','Pax > 3h']]
    df_h = df_h.rename(columns={'Data_h': 'Data', 'Pax 0h - 1h': 'Pax'})
    df_h1 = df_h1.rename(columns={'Data_h-1': 'Data', 'Pax 1h - 2h': 'Pax'})
    df_h2 = df_h2.rename(columns={'Data_h-2': 'Data', 'Pax 2h - 3h': 'Pax'})
    df_h3 = df_h3.rename(columns={'Data_h-3': 'Data', 'Pax > 3h': 'Pax'})

    df_juntos = pd.DataFrame()
    df_juntos = df_juntos.append(df_h)
    df_juntos = df_juntos.append(df_h1)
    df_juntos = df_juntos.append(df_h2)
    df_juntos = df_juntos.append(df_h3)

    dfsum = df_juntos.groupby(['Data']).sum()
    dfsum = dfsum.sort_values(by=['Pax'], ascending=False)

```

```

dfsum = dfsum.reset_index()

return dfsum

def plotgraf(self, dfsum):

    fig = plt.figure(figsize=(9,6))
    plt.plot(dfsum["Pax"], label='_nolegend_')
    x = [30,30]
    y = [0 , dfsum.iloc[30,1]]
    plt.plot(x,y, color='k',linestyle="--", label = "30ª Hora")
    plt.xlim(left=-150)
    plt.ylim(0)
    ax = fig.add_subplot(111)
    ax.text(750, 0.985*dfsum.iloc[30,1], '30ª HP = %d' % int(dfsum.iloc[30,1]), ha='center', va='bottom')
    ax.text(550, 0.97*dfsum.iloc[1,1], 'HP = %d ' % int(dfsum.iloc[1,1]), ha='center', va='bottom')
    plt.xlabel('Horas com maior volume')
    plt.ylabel('Volume Horário de Passageiros')
    plt.legend(loc = "lower center", bbox_to_anchor=(0.05, -0.15), ncol = 2)
    plt.title('SBRJ', loc='center', pad=None)
    os.chdir("C:\\Users\\gustavo.camargo\\Desktop\\TCC - LEAL\\TCC\\Base de Dados")
    plt.savefig('SBRJ.png')

def parseCSV(self):

    df3 = pd.read_csv(self.pathDB + "DataframeAll.csv")

    return df3

if __name__ == "__main__":

    leoTest = True

    if leoTest:
        pathDB = "C:\\Users\\leoma\\Documents\\Leonardo\\USP 2019\\TCC\\Estatísticas do Transporte Aereo\\Database\\"
        pathGraf = "C:\\Users\\leoma\\Documents\\Leonardo\\USP 2019\\TCC\\Estatísticas do Transporte Aereo\\Graph\\"
    else:
        pathDB = "C:\\Users\\gustavo.camargo\\Desktop\\TCC - LEAL\\TCC\\Base de Dados\\Anac_18492860"
        pathGraf = "C:\\Users\\gustavo.camargo\\Desktop\\TCC - LEAL\\TCC\\Base de Dados\\graf"

```

```
aeroportos = ['SBRJ']

Estatisticas = EstatisticasTransporteAereo(pathDB, pathGraf)
Estatisticas.parseFiles()

df = Estatisticas.dataframe(aeroportos)
df1 = Estatisticas.PerfilChegada(df)
dfAll = Estatisticas.DataframesAll(df1)
Estatisticas.plotgraf(dfAll)
```