

MODELOS DE DEMANDA DOS ESTACIONAMENTOS DE AUTOMÓVEIS NOS AEROPORTOS BRASILEIROS

Lenise Grando Goldner ⁽¹⁾

David G.E. Pedrozo ⁽¹⁾

Nilton Goldner ⁽²⁾

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFSC ⁽¹⁾

AeroPlanos Planejamento e Engenharia de Aeroportos Ltda ⁽²⁾

RESUMO

Este trabalho mostra os resultados do estudo sobre o número de veículos que usam os estacionamentos nos aeroportos administrados pela INFRAERO, em todo o Brasil. Foram enviados questionários aos administradores dos aeroportos com o propósito de obter informações a respeito do número de vagas dos estacionamentos, o número de automóveis que os utilizam no ano, no mês de maior movimento, no dia de maior movimento e na hora de pico e, também, o movimento de passageiros embarcando e desembarcando nos respectivos períodos discriminados. Somente 44% destes responderam ao questionário, cujas informações serviram para montar uma base de dados. A partir dessa base foram calculadas as taxas de utilização dos estacionamentos, bem como foram estabelecidos modelos de regressão linear simples, relacionando-se o número de automóveis que utilizam os estacionamentos com o movimento de passageiros embarcando e desembarcando no aeroporto. Acredita-se que os resultados encontrados possibilitarão o dimensionamento adequado dos estacionamentos dos aeroportos, em face da demanda futura de seus passageiros, ou no caso de novos empreendimentos aeroportuários.

ABSTRACT

This work shows the results of the study concerning number of vehicles that use airport's parking area managed by INFRAERO, all over Brazil. Questionnaire were sent to airport's managers on purpose to get information about number of parking spaces, the volume of automobiles which use them during the year, the movement of busy month, the movement of bust day and peak hour, and also passenger enplanements and deplanements movements in the respective periods mentioned. Only 44% of theses answered the questionnaire, whose information served to create a database. From this data was calculate the ratio of parking area user's, as well as had studied simple linear regression models, correlating the automobile number that use the parking area with passengers departure and arrival movement in the airport. Believes that found results became possible the adequate dimension of airport parking spaces, in face the future passenger demand, or new airport constructions.

1. INTRODUÇÃO

Os aeroportos são, de maneira geral, um sistema complexo, dentre outras razões pela diversidade de seus usuários: passageiros, funcionários de companhias aéreas e da administração do aeroporto, visitantes, acompanhantes etc, e ainda pela inter-relação entre eles e pelos diferentes modos de transportes utilizados pelos mesmos.

Na opinião de alguns autores (Keefer, 1966; Lehrer e Freeman, 1998), que estudaram os acessos terrestres e os estacionamentos de aeroportos, torna-se difícil generalizar os modelos e parâmetros obtidos nos estudos, face à já citada complexidade, a diversidade entre os tipos de aeroportos e a realidade das cidades onde eles estão inseridos.

Apesar das dificuldades expostas, objetiva-se neste trabalho avaliar os dados de diferentes aeroportos do Brasil, que são administrados pela Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária - INFRAERO, com relação à demanda de vagas de estacionamento, buscando-se relacionar estes números com as características do volume de passageiros aéreos e, com isto, obter modelos e parâmetros do dimensionamento do número de automóveis estacionados nos aeroportos existentes; para que a partir destes dados se possa dimensionar a quantidade de vagas necessárias para atender uma futura demanda, visando o seu uso em ampliação de estacionamentos dos aeroportos atuais e em novos empreendimentos.

Para se alcançar esse propósito, realizou-se um levantamento de dados, via questionário, na administração dos principais aeroportos do país, e a partir do tratamento estatístico dos dados, elaborou-se as taxas de utilização e modelos de regressão linear para dimensionamento do número de automóveis estacionados, conforme o volume de passageiros no ano, no mês de maior movimento, no dia de maior movimento deste mês e na hora de pico.

Segundo Ashford e Wright (1984) uma das maiores dificuldades encontradas pelo planejador de transportes no estudo do estacionamento de um aeroporto é determinar a localização mais apropriada e o número de vagas para estacionamento de veículos deste equipamento urbano.

Em relação a este dimensionamento segundo Horonjeff et al (1986) o FAA (Federal Aviation Administration), importante órgão do Estados Unidos da América na área da aviação civil, recomenda o oferecimento de 0,5 vagas por 1.000 passageiros anuais. No Brasil, Müller et al. (1988) citam alguns índices para o dimensionamento dos estacionamentos: 1,5 a 2,0 vagas por passageiro na hora de pico; somado a 1,0 vaga para cada 5 passageiros na hora de pico, no caso do estacionamento de funcionários, ou 0,4 a 0,8 vagas por 1.000 passageiros anuais para o aeroporto como um todo.

No que se refere ao tráfego das vias de acesso e a questão dos congestionamentos existentes, Schoenfeld (1979) propôs para o aeroporto Internacional de Los Angeles duas soluções: o fornecimento de estacionamento periférico à área do aeroporto e o estímulo à mudança do uso do automóvel para um sistema de vans, para o transporte deste estacionamento até o aeroporto, de forma a reduzir o número de veículos por passageiro.

Outros órgãos e autores (ITE, 1980; Mohr e Gosling, 1997; Foote et al., 1997; Shapiro, 1998; Lehrer e Freemann, 1998) estudaram os problemas de circulação dos acessos terrestres aos aeroportos e maneiras de incrementar o transporte coletivo (ônibus, vans, trens etc), como alternativa de locomoção até eles, procurando minimizar os congestionamentos e diminuir a necessidade de vagas de estacionamento para veículos nos aeroportos.

2. BASE DE DADOS

Do total de 66 aeroportos administrados pela INFRAERO no país, obteve-se o endereço completo de 59 deles para correspondência, aos quais foram enviados por correio um questionário com perguntas relacionadas às características dos estacionamentos de veículos, a demanda por vagas nestes estacionamentos, bem como a demanda de passageiros aéreos.

Obteve-se nesta enquete uma devolução de 44 % dos questionários enviados, respondidos para o ano base de 2000, conforme tabela 1. Ressalva-se ainda que nem todos os questionários possuíam respostas completas, principalmente nos casos dos aeroportos em que não há cobrança dos estacionamentos e, conseqüentemente um menor controle sobre essa demanda. Na amostra, 16 questionários foram completamente respondidos, sendo eles: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 21, 22, 23, 24 e 25. Dentre os aeroportos da amostra, os que não cobram estacionamento são: 11, 13, 16, 18, 19, 22. Os demais enviaram informações incompletas.

Sobre a demanda de passageiros aéreos obteve-se o número de passageiros embarcando, em conexão e desembarcando, por tipo de vôo (internacional, doméstico e regional), para o ano 2000, ou seja, o volume anual, como também para o mês de maior movimento de passageiros, para o dia de maior movimento e para a hora de pico, em todos os aeroportos da amostra.

Tabela 1: Aeroportos que responderam ao questionário enviado

Nº	Aeroporto	Nº	Aeroporto
1	Aeroporto de Ilhéus	14	Aeroporto Intern. Pinto Martins
2	Aeroporto Intern. Tancredo Neves	15	Aeroporto de Petrolina
3	Aeroporto Regional do Cariri	16	Aeroporto de Macaé
4	Aeroporto de Uberaba	17	Aeroporto Intern. De Corumbá
5	Aeroporto Intern. Augusto Severo	18	Aeroporto de Imperatriz
6	Aeroporto de Belo Horizonte	19	Aeroporto Bartolomeu Lisandro
7	Aeroporto Internacional de Brasília	20	Aeroporto Hercílio Luz
8	Aeroporto Internacional de Boa Vista	21	Aeroporto Intern. Salgado Filho
9	Aeroporto Intern. Pres. Castro Pinto	22	Aeroporto Intern. Guararapes
10	Aeroporto Intern. do Rio de Janeiro	23	Aeroporto Intern. De Congonhas
11	Aeroporto Intern. de Cruzeiro do Sul	24	Aeroporto Intern. de São Paulo
12	Aeroporto de Goiânia	25	Aeroporto de Vitória
13	Aeroporto de Montes Claros	26	Aeroporto Intern. De Ponta Porã

3. DADOS GERAIS SOBRE O ESTACIONAMENTO DE AUTOMÓVEIS

Na tabela 2 apresenta-se a distribuição por meio de transporte dos usuários, para alguns dos aeroportos da amostra, cuja administração conhecia essa informação.

Tabela 2: Escolha modal dos aeroportos da amostra – ano 2000

Aeroporto	% auto	% táxi	% ônibus de linha	% ônibus fretado	% trem/metrô	% outros
2	45	45	-	10	-	-
4	35	15	5	15	-	30
5	20	20	5	50	-	5
9	63,8	23	9	4,2	-	-
11	55	40	5	-	-	-
19	81	19	-	-	-	-
22	35,5	26,1	11,8	4,5	-	18,35

Embora os dados sobre a escolha modal sejam desconhecidos para maioria dos casos da amostra, observa-se que as viagens por automóvel predominam nos aeroportos elencados.

3.1. Dados sobre tipos de estacionamentos

Define-se como estacionamento do Tipo1 aquele destinado ao estacionamento de curta duração (0 a 4 horas); do Tipo2 para longa duração (> 4 horas) e do Tipo3 o exclusivo para funcionários do aeroporto e de companhias aéreas.

Dos 23 aeroportos que responderam sobre o número de vagas e tipo de estacionamento, conforme tabela 3, apenas 9 deles possuem um único estacionamento que atende a todos os tipos de usuários. Do total anterior, apenas 8 possuem os três tipos de estacionamento separados. Observa-se na tabela 4 o movimento anual de automóveis nos estacionamentos dos aeroportos da amostra e, na tabela 5, também o mensal, diário e horário, respectivamente. Sendo que, do total da amostra, apenas 16 deles possuíam dados sobre o movimento anual de automóveis nos seus estacionamentos.

Tabela 3: Número de vagas por tipo de estacionamento – ano 2000

Aeroporto	Estacionamento público de curta duração	Tipo1 Vagas	Estacionamento público de longa duração	Tipo2 Vagas	Estacionamento funcionários	Tipo3 Vagas
1	Sim	63	Não	-	Não	-
2	Sim	1.022	Não	-	Não	-
3	Sim	60	Não	-	Sim	20
4	Sim	15	Sim	60	Não	-
5	Sim	492	Não	-	Não	-
6	Sim	140	Não	-	Não	-
7	Sim	1.000	Sim	1.000	Sim	200
8	Sim	152	Sim	DD	Sim	25
9	Sim	162	Não	-	Sim	9
10	Sim	2.740	Não	-	Sim	1.918
11	Sim	80	Sim	80	Sim	20
12	Sim	240	Sim	27	Sim	60
13	Sim	30	Sim	50	Não	-
16	Sim	74	Sim	74	Sim	23
18	Sim	59	Não	-	Não	-
19	Sim	41	Não	-	Sim	5
20*	Sim	450	Não	-	Não	-
21**	Sim	840	Não	-	Não	-
22	Sim	20	Sim	404	Sim	70
23	Sim	1.200	Sim	1.200	Sim	485
24	Sim	3.150	Não	-	Não	-
25	Sim	190	Sim	190	Sim	80
26	Sim	30	Não	-	Não	-

Nota: (*) dados do ano de 1999, (**) antes do novo terminal, (DD) dado desconhecido

Tabela 4: Número de automóveis estacionados no ano 2000

Aeroporto	Tipo1	Tipo2	Tipo3	Total
1	8.909	-	-	8.909
2	173.690	-	-	173.690
3	30.000	-	-	30.000
4	5.400	-	-	5.400
5	9.801	6.905	20	16.726
6	70.000	-	-	70.000
7	624.000	10.800	2.400	637.200
8	2.163	5	200	2.368
9	51.792	1.440	1.800	55.032
10	1.127.233	-	-	1.127.233
20*	139.399	-	-	139.399
21**	647.946	-	-	647.946
22	444.328	-	-	444.328
23	779.088	-	-	779.088
24	2.375.392	-	-	2.375.392
25	219.000	-	-	219.000

Os 16 aeroportos possuíam, também, os dados sobre o movimento mensal de automóveis. O movimento observado refere-se ao mês de maior movimento de automóveis de 2000, sendo que esse mês varia entre os aeroportos conforme o tipo de população que o mesmo atende e as características da cidade na qual está inserido.

Tabela 5: Número de automóveis para o estacionamento Tipo 1- ano 2000

Aeroporto	Tipo 1					
	Mês maior movimento	Nº de auto	Dia maior movimento	Nº de auto	Hora maior movimento	Nº de auto
1	Janeiro	1.231	13/01	192	11 às 12 h	40
2	Julho	17.822	29/07	885	17 às 18 h	70
4	Maio	900	DD/05	120	10 às 12 h	45
5	Janeiro	9.801	22/01	520	11,5 às 15 h	400
6	Março/Outubro	6.000	28/03 31/10	300	8,5 às 9,5 h	40
7	Dezembro	52.000	20 a 30/12	5.900	17 às 18 h	300
8	Dezembro	85	23/12	41	22 à 1 h	18
9	Janeiro	4.316	24/01	212	11,5 às 14,5	112
10	Dezembro	130.841	17/12	4.074	19 às 20	197
20 *	Janeiro	21.532	10/01	958	13 às 14	122
21**	Julho	63.100	31/07	2.781	DD	DD
22	Janeiro	49.428	14/01	1.899	14 às 15	231
23	Julho	78.048	30/07	2.985	18 às 19	289
24	Julho	236.685	30/07	9.528	8 às 9	692
25	Julho	21.000	DD/07	1.000	17 às 20	100
26	Dezembro	190	DD	DD	DD	DD

Somente 15 desses aeroportos informaram os dados sobre o movimento de automóveis no estacionamento para o dia de maior movimento do mês de maior movimento, o que está explicitado na tabela 5. Ainda com relação à amostra, apenas 14 aeroportos possuíam dados sobre o movimento de automóveis no estacionamento para a hora de pico.

Mesmo dentre os que responderam não foi possível identificar a hora de pico propriamente, pois, os picos ocorreram em períodos maiores do que uma hora. Assim, considerou-se esta informação de difícil obtenção. O número de automóveis na última coluna da tabela 5 corresponde ao período definido como pico pelos administradores.

Na tabela 6 apresenta-se o tempo médio de permanência dos automóveis nas vagas por tipo de estacionamento e, também, a média encontrada do tempo médio de permanência para o Tipo1, que foi de 1,34 horas.

Tabela 6: Tempo médio de permanência por tipo de estacionamento – ano 2000

Aeroporto	Tipo 1	Tipo 1 (horas)	Tipo 2	Tipo 3
1	30 minutos	0,50	-	-
2	1 hora	1,0	-	-
3	15 a 30 minutos	0,375	-	-
4	6 horas	6	-	-
5	1 hora e 20 min	1,33	36 horas	8 horas
6	2 horas	2,0	-	-
7	2 horas	2,0	DD	8 horas
8	1 hora e 45 min	1,75	DD	8 horas
9	2 horas	2,0	36 horas	DD
10	3 horas	3,0	-	-
12	50 minutos	0,83	-	-
20*	2 horas	2,0	-	-
21*	30 min a 1 hora	0,75	-	-
22	1 hora	1,0	-	-
24	1 hora e 15min.	1,25	-	-
25	2 horas	2,0	-	-
26	1 hora	1,0	-	-
Tempo Médio	1 hora e 20min.	1,34 hora	-	-

4. TAXAS DE UTILIZAÇÃO DOS ESTACIONAMENTOS

Apresenta-se a seguir, o cálculo das taxas de utilização dos estacionamentos, isto é, o número de automóveis que ocuparam vagas do estacionamento dividido pela soma dos passageiros embarcando e desembarcando no aeroporto, nos respectivos períodos de tempo.

Tabela 7: Taxas de utilização dos estacionamentos dos aeroportos para o ano 2000

Aeroporto	Taxa anual	Taxa mensal	Taxa diária	Taxa horária
1	0,047	0,0541	0,181	0,317
2	0,246	0,2110	-	0,068
3	0,708	-	-	-
4	0,073	0,0988	0,208	0,064
5	0,019	0,1439	-	-
6	0,034	0,0318	0,035	0,037
7	0,186	0,2501	0,370	0,119
8	0,026	-	-	-
9	0,215	0,1501	-	-
10	0,207	0,2464	0,194	-
20	0,157	0,1558	0,123	0,177
21*	0,280	0,2889	0,395	-
22*	0,243	0,2841	0,294	0,252
23	0,082	0,0994	0,077	0,075
Taxa média	0,180	0,168	0,209	0,139

As taxas médias de utilização anual, mensal, diária e horária variaram para os aeroportos entre 0,139 e 0,209. Conforme se observa na tabela 7, os valores das taxas médias anual, mensal, diária e horária não apresentaram crescimento de acordo com o esperado, pois na ordem de

apresentação (anual, mensal, diária e horária) os picos tornam-se mais concentrados, exigindo um maior número de vagas por passageiro, indicando talvez a não uniformidade de uso. A maior taxa média encontrada foi a diária, correspondente a 0,209 vagas por passageiro.

5. MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR

A partir dos dados obtidos sobre o movimento de passageiros e o movimento de automóveis estacionados nos aeroportos da amostra realizou-se a calibração de modelos de regressão linear simples, cuja formulação teórica é apresentada a seguir:

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X \quad (1)$$

Onde Y: número de automóveis no estacionamento (anual, mensal, diário e horário);
X: número de passageiros embarcando e desembarcando do aeroporto no período; e
 β_1 e β_2 : coeficientes da equação.

Realizou-se uma série de tentativas de modelagem considerando-se os coeficientes β_1 e β_2 . Contudo, os coeficientes β_1 dos modelos encontrados não se apresentaram estatisticamente confiáveis. Portanto, considerou-se $\beta_1 = 0$, isto é, a reta passando pela origem. Também, retirou-se da amostra o aeroporto 23, porque este representa um ponto muito diferente dos demais, o que prejudicava os valores do R^2 das equações de regressão. Os resultados finais da calibração são apresentados na tabela 8, a seguir.

Tabela 8: Modelos de regressão linear simples para os aeroportos

Tipo	Equação	R2	Nº Obs.	Teste t	t min.(95%)
Modelo Anual	$Y = 0,196 X$	0,791	13	11,795	1,782
Modelo Mensal	$Y = 0,232 X$	0,783	11	12,045	1,812
Modelo Diário	$Y = 0,255 X$	0,565	8	6,227	1,895
Modelo Horário	$Y = 0,117 X$	0,427	7	1,895	1,943

Conforme se pode observar na tabela acima, dos modelos obtidos para o ano, o mês e o dia de maior movimento apresentaram coeficientes de correlação de bons a satisfatório com a estatística “t” acima do mínimo. Os coeficientes β_2 , que representam a taxa de uso do estacionamento, cresceram conforme o esperado de anual para a diária. Apenas o modelo para a hora de pico não seguiu essa tendência, uma vez que não se apresentou estatisticamente confiável na hipótese de ser diferente de zero, por conseguinte não sendo recomendado sua utilização.

6. CONCLUSÕES

Conforme o que foi descrito por Keefer (1966) em estudos nos aeroportos americanos, o presente trabalho também concluiu que é difícil generalizar informações sobre a demanda de viagens aéreas para os aeroportos brasileiros da amostra. Isto ocorre pelas diferenças entre as características da cidade na qual o aeroporto está inserido, de sua população, do propósito das viagens e dos horários dos vôos, refletindo no comportamento dos seus passageiros.

Outro aspecto importante a salientar é o desconhecimento por parte da administração dos aeroportos da amostra sobre a escolha modal das viagens terrestres, bem como o comportamento da demanda por vaga no estacionamento. A exceção dos grandes aeroportos,

que possuem controle de acesso eletrônico aos estacionamentos, os demais não possuem informações detalhadas sobre o movimento de automóveis nos mesmos. De maneira geral, a resposta do questionário permitiu observar que as informações sobre as viagens aéreas são detalhadas e completas, enquanto que sobre as viagens terrestres são de difícil obtenção, principalmente pelo desconhecimento da informação solicitada.

As taxas médias de utilização dos estacionamentos encontradas foram da ordem de 0,180 para a anual a 0,209 para a diária, e os coeficientes da equação de regressão dos modelos estabelecidos variaram de 0,196 para o anual a 0,255 para o diário. Salienta-se que não foi possível a definição adequada de uma taxa e um coeficiente para a hora de pico.

É necessário ressaltar que estes números representam o total de automóveis que usam o estacionamento por ano, mês e dia. Por conseguinte, para se calcular o número de vagas do estacionamento de veículos do aeroporto, torna-se necessário conhecer a percentagem de pico horário e o tempo médio de permanência na vaga, para dimensioná-lo utilizando-se o modelo diário que apresentou o maior coeficiente ou taxa de ocupação do estacionamento.

O exposto acima permite que se conclua da importância da pesquisa realizada sobre as viagens terrestres e os estacionamentos dos aeroportos brasileiros, sendo que os resultados obtidos representam o embrião do conhecimento deste tipo de informação. Desta maneira, espera-se que os resultados encontrados sejam úteis ao planejador de transportes, fornecendo ferramentas de análise para o planejamento da parte terrestre dos aeroportos em fase de ampliação, ou de novos empreendimentos do setor aeroportuário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashford, N. and Wright, P.H., (1984), Airport engineering, John Wiley and Sons.
- Foote, P.J. et al. (1997), Increasing Rail Transit Access to Airports in Chicago, Transportation Research Record nº 1600: 1-9.
- Goldner, L.G. (2002), Uma análise dos aeroportos como Pólos Geradores de Tráfego, relatório final de pesquisa CNPq, Florianópolis, SC.
- Goldner, L.G. e Andrade, L.G. (2003), Estudo do estacionamento de automóveis em aeroportos, anais em cd rom do 14º Congresso da ANTP, Vitória, ES, Outubro.
- Gosling, G.D. (1997), Airport ground access and Intermodal Interface, Transportation Research Record nº 1600: 10-17.
- Horonjeff, R. and Mckelvey, F. (1986), Planning design of airports, Mc Graw Hill Book Company.
- ITE (1980), Data needs for planning airport access by public transportation, Institute of Transportation Engineering Journal, October.
- Keefer, L.E. (1966), Urban Travel Patterns for Airports, Shopping Centers and Industrial Plants, NCHRP Report 24, Highway Research Board.
- Lacombe, A. (1994), Ground access to airports: prospects for intermodalism, Transportation Quarterly, vol.48, nº 4: 381-392.
- Lehrer, H.R. and Freeman, A. (1998), Intermodal airport-to-city-center passenger transportation at the 20 largest U.S. air carrier airport: the past, present and future, Journal of Air Transportation World Wide, vol.3 nº 1: 12-23.
- Mohr, E. and Gosling, G.D., (1997), Role of Door-to-Door Vans in Airport Ground Transportation, Transportation Research Record nº 1461: 54 – 63.
- Müller, C et al. (1990), Planejamento de Aeroportos, Apostila do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, SJC.
- Schoenfeld, W.M (1979), Two programs to ease automobile congestion at Los Angeles International airport, Transportation Research Record nº 732.
- Shapiro, P.S. and Katzman, M. (1998), Relationship between airport activity and ground transportations needs, Transportation Research Record nº 1622: 8-12.

Endereço dos autores

Lenise Grando Goldner/Nilton Goldner

Rua Almirante Lamego, 965 Apto 501 - CEP: 88.015-601 - Florianópolis – Santa Catarina

Fone: (48) 2250907 Residencial, (48) 3317769 UFSC - Fax: (48) 3315191 UFSC

E-mail: lenise@ecv.ufsc.br, ngoldner@sodisa.com.br