

Congestionamento em aeroportos: há alguma saída para o caos?

[Airport congestion: Is there any way out of chaos?]

Thiago Vinicius Alves Ueda*

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Brazil

Submitted 1 May 2011; received in revised form 3 Jan 2012; accepted 26 Jan 2012

Resumo

O presente artigo analisa a teoria da precificação do congestionamento, aplicada ao setor de transporte aéreo. Essa teoria consiste na aplicação de uma tarifação diferenciada em horários de pico, uma tentativa de distribuir os voos durante o dia, suavizando ou diminuindo o fluxo de aeronaves. Sugere-se que o congestionamento em aeroportos possa ser atenuado com a implantação da precificação do congestionamento atrelado à existência de transportes alternativos para os usuários deslocados, do bom funcionamento de um mercado de slots com ênfase num mercado secundário de slots.

Palavras-Chave: congestionamento; gerenciamento do congestionamento; precificação do congestionamento.

Abstract

The present paper analyses the theory of congestion pricing which consists of differential charges in the peak hours, an attempt of distributing the flights during all the day and it decreasing the aircraft's flows. It suggests that airport congestion can be decreased with a implantation of: a congestion pricing system additionally with alternative means of transport for the users that were dislocated, a well-functioning of slots market with emphasis to a secondary market.

Key words: congestion; congestion management; congestion pricing.

* Corresponding Author. Email: uedathiago@gmail.com.

Recommended Citation

Ueda, T. V. A. (2012) Congestionamento em aeroportos: há alguma saída para o caos?. Journal of Transport Literature, vol. 6, n. 2, pp. 253-264.

■ JTL|RELIT is a fully electronic, peer-reviewed, open access, international journal focused on emerging transport markets and published by BPTS - Brazilian Transport Planning Society. Website www.transport-literature.org. ISSN 2238-1031.

This paper is downloadable at www.transport-literature.org/open-access.

1. Introdução

O presente artigo analisa a teoria da precificação do congestionamento aplicada ao transporte aéreo, que consiste na aplicação de uma tarifação diferenciada em horários de pico, uma tentativa de distribuir os voos durante o dia, aliviando os momentos em que as operações são excessivas.

À luz das análises históricas e econômicas, este trabalho sugere que o congestionamento em aeroportos pode ser atenuado com a implantação: da precificação do congestionamento atrelado à existência de transportes alternativos para os usuários deslocados, do bom funcionamento de um mercado de slots com ênfase num mercado secundário de slots, que é uma das opções mais práticas para enfrentar o congestionamento aeroportuário, segundo Fukui (2010). Por outro lado, também, os modelos de gargalo estocástico, sob a hipótese da demanda total fixa, apresentaram resultados relevantes no que tange à melhoria de bem estar social, incremento da lucratividade do aeroporto e principalmente do gerenciamento do congestionamento.

Acontecimentos isolados como os ataques terroristas de 11 de setembro e a recessão econômica que atingiu os Estados Unidos e parte da Europa arrefeceram momentaneamente o problema de congestionamento dos aeroportos, contudo o problema volta a surgir. Embora o clima seja um fator determinante no congestionamento aeroportuário, o volume de tráfego desempenha papel protagonista como causador deste problema. Melhorias tecnológicas em controle de tráfego aéreo poderiam aumentar significativamente a capacidade do espaço aéreo das nações e reduzir o impacto das más condições climáticas nas operações aeroportuárias, atenuando o problema supracitado.

Devido ao crescimento assintótico da demanda por transporte aéreo, torna-se necessária a criação e ou aperfeiçoamento de instrumentos que adequem a capacidade dos aeroportos frente à demanda. Sabe-se que a expansão da infraestrutura aeroportuária é considerada a alternativa mais segura e efetiva para resolver o problema de congestionamento em aeroportos. Porém, implantar tal solução envolve processos ociosos, que demandam grandes aportes de recursos financeiros além de enfrentar embates no âmbito ambiental e político.

Haja vista às diversas dificuldades encontradas para expandir as infraestruturas aeroportuárias em sítios existentes ou a abertura de novos sítios, propõe-se o gerenciamento do congestionamento através da precificação do congestionamento.

As taxas operacionais pagas pelas companhias aéreas levam em conta, predominantemente, o peso da aeronave e na maioria dos casos não variam ao longo do dia. Recentemente, a Infraero - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – divulgou em seu sítio eletrônico os novos valores tetos das tarifas aeroportuárias e de navegação aérea que entraram em vigor no dia 14/03/2011. Este novo relatório tarifário impõe pequenas flutuações das taxas operacionais em certos períodos do dia, para os aeroportos de Congonhas, Guarulhos e Brasília, por exemplo. Entretanto não se pode avaliar, ainda, se tais variações de preço tem inibido o uso aeroportuário nos horários nobres da aviação.

Sob um regime de precificação do congestionamento, as tarifas pagas pelas companhias aéreas atingiriam maiores valores em períodos de pico, e em resposta haveria uma mudança na distribuição espaço-temporal dos vôos. Neste caso os usuários competidores, as companhias aéreas, pagariam pelos atrasos que impuseram sobre as outras aeronaves. Schank (2005) alerta que o problema de congestionamento de pista está retornando para os aeroportos que estão adicionalmente lidando com atrasos substanciais no processamento de passageiros. Estes estão chegando cada vez mais cedo aos aeroportos para garantir que terão tempo hábil para passar pelas altas medidas de segurança e efetuar a operação de embarque. Segundo ele, estes dois problemas desencorajam o transporte aéreo, tornando-o mais frustrante.

Esta rede de desconfortos pode reduzir a procura por transporte aéreo. Por outro lado, o gerenciamento de congestionamento visa à adequação da capacidade aeroportuária à demanda além do aumento do bem estar social, melhoria no nível de serviço e maximização dos lucros nos aeroportos. Outras medidas de gerenciamento do congestionamento, como a distribuição de slots via leilões e a definição de mercados secundários de slots, propiciam a regulação econômica, além dos benefícios acima citados.

O presente trabalho está assim dividido: na Seção 1, o problema de congestionamento de aeroportos é apresentado bem como uma breve discussão das principais causas. Na Seção 2, apresentamos a precificação do transporte urbano e faz-se um paralelo com o transporte aéreo. Na Seção 3, uma visão panorâmica do sistema de slots é apresentada. E por fim, nas

Conclusões, sugere-se que o congestionamento em aeroportos pode ser atenuado com a implantação do modelo empírico da precificação do congestionamento, desde que esteja intimamente atrelado à existência de transportes alternativos para os usuários deslocados, por outro lado, a adoção de modelos de gargalo estocásticos, além de gerenciar o referido problema com êxito, indica que há substancial ganho de bem-estar social e aumento da lucratividade aeroportuária. Analogamente, o bom funcionamento de um mercado de slots com ênfase num mercado secundário de slots, é uma das opções mais práticas para enfrentar o congestionamento aeroportuário, segundo Fukui (2010). Portanto, um eficiente sistema de alocação de slots equipara-se a um sistema de precificação do congestionamento.

2. A teoria da precificação do congestionamento

Por externalidade conceitua-se custo ou benefício que ações de algum agente econômico causam sobre outros, sem que exista alguma forma de compensação. Quando a ação de um agente sobre outro é benéfica, dizemos que se trata de uma externalidade positiva, caso contrário dizemos que a externalidade é negativa. Por exemplo, o acesso gratuito das vias acarreta uma utilização exacerbada das mesmas, cada usuário causa um dano (custo) sobre os demais usuários por diminuir a velocidade média de trânsito, sem qualquer forma de compensação, logo, neste caso trata-se de uma externalidade negativa.

A utilização das vias tem como principal objetivo o transporte do indivíduo, entretanto quando o indivíduo utiliza esta infraestrutura de transporte, ele causa e recebe ações indesejadas como as enormes filas de congestionamento, a exposição à poluição e aos acidentes. Vale ressaltar que estas duas últimas características atingem também os não usuários das vias, por exemplo, moradores vicinais às infraestruturas viárias. Neste estudo tem-se interesse na externalidade negativa associada ao uso gratuito das vias: o congestionamento.

É fato que todos os usuários de transporte geram custos sobre os demais, entretanto o acesso gratuito às vias congestionadas faz com que cada usuário não internalize o custo social que ele causa a outrem. Neste contexto o preço é um mecanismo amplamente utilizado para alocar recursos escassos, porém na ausência de preços de uso da infraestrutura viária, vigora a alocação por ordem de chegada. As filas são um bom exemplo deste modelo. Como a

capacidade das vias é limitada, o acesso a elas é gratuito e universal, a alocação dos espaços é realizada por ordem de chegada.

A teoria da precificação do congestionamento foi primeiramente desenvolvida para atender as necessidades do transporte urbano em vias públicas, denominada “*road pricing*”. Economistas reconheceram que o uso das infraestruturas viárias em horários de pico é excessivo, pois os usuários individuais não levam em conta os atrasos impostos aos outros usuários. Portanto, cobrar uma tarifa de congestionamento igual ao custo dos atrasos externos que cada usuário gera, restringiria o uso em horários de pico.

Implantou-se este sistema de precificação com êxito em algumas cidades da Noruega, Inglaterra, Cingapura e Coréia do Sul. Por exemplo, no centro histórico da cidade inglesa Durham houve uma redução de 90% no tráfego e concomitantemente aumento da velocidade média de trânsito. Como era de esperar houve um aumento significativo nas vias alternativas que desviavam das regiões sob o sistema de precificação, Lacerda (2006).

Esta teoria segue a mesma lógica quando aplicada ao transporte aéreo, com uma diferença considerável: o caráter dos usuários. Usuários individuais de vias públicas são “atomísticos”, ou seja, cada motorista é uma pequena parte do tráfego total na estrada. Por outro lado, as companhias aéreas que usam um aeroporto congestionado são “não-atomísticas”, ou seja, a maior parte das companhias aéreas individuais representam uma parte considerável do tráfego total no aeroporto. Esta diferença tem importância para a tarifa de congestionamento do aeroporto, uma vez que a companhia aérea leva em conta a porção de congestionamento causada por cada um dos seus vôos.

Assim como acontece na teoria da precificação do transporte urbano em vias públicas, a tarifa de congestionamento é baseada no MCD, Dano de Congestionamento Marginal, (do inglês *Marginal Congestion Damage*), que é igual ao aumento do custo operacional de todas as companhias aéreas afetadas, acrescido do valor da perda de tempo dos passageiros destas companhias. Considere a abordagem de Brueckner (2009):

MCD – Dano de Congestionamento Marginal

CO – Custo Operacional das companhias afetadas

TP – Perda de tempo dos passageiros

$$\text{MCD} = \text{CO} + \text{TP}$$

Como as companhias aéreas internalizam parte do congestionamento, isto é, elas sofrem com o próprio atraso, a tarifa não é igual ao valor integral do MCD, diferentemente do que acontece no transporte urbano. Ao invés disso, a tarifa de congestionamento é igual ao MCD multiplicado por um menor proporção de vôos da companhia aérea.

MCD_{int} = Dano de Congestionamento Marginal internalizado

SH = Proporção de vôos da companhia aérea no aeroporto

$$\text{MCD}_{\text{int}} = \text{MCD} \times (1 - \text{SH})$$

MCD_{int} equivale à porção de congestionamento extra que não é internalizado pela companhia aérea. A fórmula cobra da companhia aérea só pelo congestionamento que ela impõe nas outras companhias, excetuando o congestionamento imposto à própria frota.

Considere um aeroporto que é servido por quatro companhias aéreas idênticas, com a mesma proporção de vôos neste mesmo aeroporto, cada uma delas deveria pagar uma tarifa de congestionamento igual ao MCD multiplicado por 3/4. Como é imaginável o MCD deve variar no tempo, assumindo valores altos em horários de pico e valores baixos ou até poderá se anular em períodos fora do pico, portanto a tarifa computada pela fórmula citada poderá variar durante o dia.

Esta regra de precificação produz um resultado intrigante quando aplicado a um aeroporto onde as companhias aéreas possuem diferentes proporções de voos. A companhia aérea com mais “share” internaliza muito do congestionamento, logo ela pagará uma pequena tarifa, o contrário acontece com companhias aéreas que tem pouco “share”.

Neste ponto encontra-se um dos problemas em implantar esta medida gerencial. Espera-se um comportamento oposicionista por parte das pequenas companhias aéreas ou estas empresas se sentirão pressionadas a sair do mercado devido à inviabilidade econômica do negócio. Por outro lado, implantar uma tarifa uniforme se aproximaria de um sistema de precificação onde o volume de vôos é similar entre as companhias aéreas. Em aeroportos onde os vôos são dominados por uma ou duas empresas, haveria distorção do padrão de vôos. Vale ressaltar que todas essas idéias se aplicam, somente, se houver internalização por parte das companhias aéreas.

3. Aplicação da precificação do congestionamento (*congestion pricing*)

Medidas gerenciais do congestionamento que utilizam o preço para alocar recursos escassos tem sido infimamente implementadas, como argumenta Schank (2005): “A teoria da precificação, como descrita na literatura, tem sido pouco aplicada. Sabe-se que as políticas de precificação do congestionamento, que por natureza mudam quem está pagando e quanto, são tipicamente impopulares.” Schank (2005) prossegue fornecendo uma breve explicação para tal impopularidade afirmando que as pessoas, geralmente, não querem fazer sacrifícios para melhorias das suas redes de transporte. Não obstante isso, houve tentativas de implantar o “congestion pricing” (precificação do congestionamento) em versões modificadas.

Uma das primeiras tentativas de implantação do “*runway pricing*” (precificação de uso das pistas) ocorreu no aeroporto de Boston Logan. Não se tratava propriamente do programa de precificação do congestionamento, mas nos referimos ao PACE (*Program for Airfield Capacity Efficiency*). Neste programa não há diferenciação nas tarifas durante o dia, somente uma mudança na forma como as tarifas eram cobradas. A nova taxa aumentou abruptamente para aeronaves da aviação geral enquanto reduziu para grandes aeronaves comerciais, conforme a Tabela 1.

Tipo da aeronave	Antes do PACE	Sob o PACE	Diferença %
Cessna 402	\$ 25,00	\$ 95,19	+280%
Beechcraft 1900	\$ 25,00	\$110,45	+341%
Shorts 360	\$ 34,06	\$105,86	+210%
Boeing 727 – 200	\$ 200,43	\$174,66	-13%
Boeing 747 – 300	\$ 823,99	\$432,51	-48%
Boeing 757	\$ 259,38	\$199,04	-24%

O PACE foi, portanto uma ferramenta seletiva, considerada discriminatória, pois não havia alternativas aceitáveis para os usuários deslocados que se opuseram ao programa ou não puderam pagar pelas mudanças na nova forma de tarifação operacional. Este quadro culminou numa prematura rescisão.

O primeiro sistema de precificação do mundo foi implantado em New York, datado de 1968. Cobrava-se \$ 25,00 para todas as operações durante o horário de pico e convencionou-se que este período seria das 08h00min AM – 10h00min AM, de segunda a sexta e das 03h00min PM às 08h00min PM, todos os dias.

Os três principais aeroportos de New York: Keneddy (JFK), LaGuardia (LGA) e Newark (EWR), eram na época administrados pela mesma autoridade. Outro aeroporto que desempenhava importante função no sistema regional de aeroportos de New York e não obstante isso pouco mencionado era Teterboro em New Jersey. Há apenas 12 milhas de Manhattan, era usado exclusivamente para a aviação geral.

Os casos de New York e Boston, não são exemplos de aplicação estrita da teoria de precificação do congestionamento, pois os preços sugeridos não estavam próximos aos custos marginais e o preço não era baseado no mercado, ao invés disso, havia um direcionamento para a discriminação de um grupo particular de usuários do aeroporto.

Esta estratégia em New York obteve sucesso, mas não poderia ter sido implantada se não existisse o aeroporto Teterboro (TEB). Este aeroporto forneceu uma alternativa para aqueles usuários que não desejavam pagar tarifas instaladas nos principais aeroportos de New York. A existência de transportes alternativos é um ponto crucial para a adoção de sistemas desta natureza.

Em 1972, o aeroporto de Londres implantou pela primeira vez políticas de precificação. Esta política foi a que mais se aproximou dos conceitos teóricos da precificação. Até hoje, a BAA, (do inglês British Airports Authority), Autoridade Britânica Aeroportuária, continua a ter uma política de precificação que tenta controlar o congestionamento por diferenciar tarifas durante o período de pico. Estes preços eram baseados no conceito de habilidade em pagar, por exemplo: o elemento distância das novas taxas impunham maiores valores dos vôos longos.

Atualmente nenhum aeroporto opera sob a precificação do congestionamento. Embora exista em alguns aeroportos, flutuações nas tarifas de pouso e decolagem de acordo com o horário do dia. Complementarmente, tem-se usado outro tipo de tarifa em alguns aeroportos da Europa: a Ecotax, uma taxa ecológica que visa inibir o uso do aeroporto em períodos noturnos devido à emissão de ruídos no entorno.

Contextualizando a precificação do congestionamento para os dias atuais, é notório que houve grandes progressos teóricos, devido ao advento das simulações computacionais e avanços da pesquisa operacional. Daniel e Harback (2009) elaboraram um modelo estocástico com estimativas dos parâmetros via econometria. Neste modelo de gargalo (“bottleneck models”) a demanda total é fixa enquanto o tráfego muda entre períodos para estabelecer equilíbrio. A proposta é reduzir atrasos através da suavização do fluxo de tráfego, para que não exceda muito a capacidade durante os picos. A hipótese de demanda fixa visa deixar os custos totais aproximadamente inalterados.

Neste recente trabalho implementaram o complexo modelo estocástico e introduziram o cálculo do equilíbrio de padrões de tráfego do aeroporto, filas, taxas de congestionamento, bem-estar social e os efeitos da imposição da precificação do congestionamento. Utilizou-se os dados da Airline Quality Performance da FAA e do Enhanced Traffic Management System para 27 aeroportos de 28 de julho a 3 de agosto de 2003. As simulações computacionais mostraram dados relevantes: redução de 1000 aeronaves por hora todo dia, economia de 3-5 milhões de dólares diariamente. Os aeroportos de Atlanta e Chicago, por exemplo, economizariam 1000 dólares por aeronave. Os lucros dos aeroportos aumentariam aproximadamente 11 milhões de dólares diariamente.

Contraditoriamente, esta versão estocástica tem ganhado aderentes entre os economistas do transporte, muito vagarosamente. Este fato talvez se explique pela complexidade do modelo, que não possui fórmulas fechadas, ocorrência comum nos outros modelos.

O principal impasse para a adoção prática destes modelos de gargalo estocástico reside na tentativa de distribuição do tráfego no decorrer do dia. Sabe-se que há um grupo de passageiros que são muito sensíveis a mudanças de horários, e pouco sensíveis a alterações no preço das passagens. Eles estão dispostos a pagar pelo congestionamento, pois necessitam invariavelmente do aeroporto em horários de pico.

3. Alternativas

Embora a teoria da precificação esteja sendo ainda refinada por Brueckner (2009), por exemplo, esta ferramenta gerencial tem sido pouco empregada na prática com já nos salientou Schank (2005). Ele ainda pondera que nos poucos aeroportos onde houve irrisória implantação, as tentativas não foram bem sucedidas, e voltou-se ao programa anterior de controle de pista ou eliminaram totalmente a precificação do congestionamento.

Na impossibilidade de implantar o “pricing congestion”, ao invés de decidir qual tarifa de congestionamento cobrar, ou analisar se há ou não internalização, a autoridade do aeroporto sob um regime de slots define a quantidade e qual o critério de distribuição destes recursos essenciais.

Nos Estados Unidos e na Europa, existem tentativas visando constituir uma regulação ágil e eficiente para alocação e redistribuição de slots, principalmente em aeroportos congestionados. No entanto, mesmo com uma consolidada experiência não se criou um padrão estável para alocação de slots.

Os Estados Unidos, que permitiam negociações de slots entre as companhias aéreas, similar a um mercado secundário, têm caminhado para a regulação mais interventiva, estipulando regras de perdimento de “slots” e de realocação em detrimento à Europa, cuja regulação de alocação de slots ainda possui resquícios protecionistas dos “*grandfather rights*” vagarosamente caminham para permitir um mercado secundário de slots.

O bom funcionamento de um mercado de slots não só tem o potencial como funciona da mesma maneira que um sistema de precificação do congestionamento e um sistema de leilões de slots, além de ser mais simples de operar. Um mercado secundário de slots é uma das opções mais práticas para enfrentar o congestionamento aeroportuário e uso eficiente dos recursos escassos, afirma Fukui (2010). Estas inferências foram feitas a partir da análise de dados de transferência de slots em quatro aeroportos congestionados dos Estados Unidos entre 1994 e 1999.

Até mesmo na implantação satisfatória de um sistema de leilões, um mercado secundário de slots será necessário para ajustar as recorrentes flutuações nas necessidades em slots argumenta Brueckner (2009).

Portanto, um eficiente sistema de alocação de slots equipara-se a um sistema de precificação do congestionamento. Infelizmente ainda não se obteve um parâmetro que meça qual método é mais adequado para situações específicas. Fukui (2010) sugere que a forma mais efetiva de gerenciamento do congestionamento depende das condições únicas de cada aeroporto. É preciso fazer uma análise caso a caso.

Conclusões

O presente trabalho levanta a polêmica e complexa temática do congestionamento de aeroportos que é de extremo interesse para as autoridades administrativas aeroportuárias, para os órgãos regulamentadores e principalmente para os usuários deste modal aéreo.

Este artigo sugere que o congestionamento em aeroportos pode ser atenuado com a implantação do modelo empírico da precificação do congestionamento, desde que esteja intimamente atrelado à existência de transportes alternativos para os usuários deslocados, alternativamente, a adoção de modelos de gargalo estocásticos, além de gerenciar o referido problema com êxito, indica que há substancial ganho de bem-estar social e aumento da lucratividade aeroportuária.

Analogamente, o bom funcionamento de um mercado de slots com ênfase num mercado secundário de slots, é uma das opções mais práticas para enfrentar o congestionamento

aeroportuário, logo, um eficiente sistema de alocação de slots equipara-se a um sistema de precificação do congestionamento.

Infelizmente ainda não se obteve um parâmetro que mensure qual método é mais adequado para aeroportos específicos. A decisão a ser tomada pelos aeroportos ou órgãos reguladores depende das condições únicas de cada aeroporto, dos usuários e da demanda, ou seja, é preciso fazer uma análise caso a caso, pois a literatura atual não converge para uma solução genérica. De qualquer forma, não se pretendeu fornecer o melhor método de contenção do congestionamento, mas tão-somente discutir sobre alternativas viáveis.

Referências

- Alves, C. J. P. and Fraga, R. (2012) Capacidade do lado aéreo dos aeroportos brasileiros. *Journal of Transport Literature*, vol. 6, n.4.
- Brueckner, J.K. (2009) Price vs quantity-based approaches to airport congestion management. *Journal of Public Economics*, vol. 93, pp. 681-690
- Fukui, H. (2010) An Empirical analysis of airport slot trading in the United States. *Transportation Research Part B*, vol. 44, pp. 330-357.
- Fraga, R. e Oliveira, A. V. M. (2009) Distribuição de Slots em Aeroportos: A Experiência Internacional e a Concentração de Frequências de Vôo no Brasil. *Journal of Transport Literature*, vol. 3, n. 2, pp. 25-46.
- Daniel, J. I., Harback, K.T. (2009) Pricing the major US hub airports. *Journal of Urban Economics*, vol. 66, pp. 33-56
- Lacerda, S.M. (2006) Precificação de congestionamento e transporte coletivo urbano. *BNDES Setorial*, n. 23, p. 85-100
- Melo Filho, C. R. (2009) Formas de Regulação Econômica e suas Implicações para a Eficiência Aeroportuária. *Journal of Transport Literature*, vol. 3, n. 1, pp. 96-110.
- Oliveira, A. V. M. (2010) A Alocação de Slots em Aeroportos Congestionados e suas Consequências no Poder de Mercado das Companhias Aéreas. *Journal of Transport Literature*, vol. 4, n. 2, pp. 5-49.
- Paiva, I. (2012) Como as conexões de passageiros nos aeroportos de São Paulo afetam as tarifas oferecidas ao paulistano. *Journal of Transport Literature*, vol. 6, n. 1.
- Schank, J.L. (2005) Solving airside airport congestion: Why peak runway pricing is not working. *Journal of Air Transport Management*, vol. 11, pp. 417-425
- Silva, L. N. (2010) O Mercado de "Slots" e a Concessão de Aeroportos à Iniciativa Privada: Caminhos Possíveis para o Setor Aéreo. *Journal of Transport Literature*, vol. 4, n. 1, pp. 49-80.