

Configurações de redes de rotas de empresas aéreas – modelos básicos

Paulus Vinicius da Rocha Fonseca
Sérgio Bittencourt Varella Gomes*

Resumo

A operação de uma empresa de transporte aéreo é uma complexa sequência de decisões e planejamentos. Para compreender o funcionamento de uma empresa aérea, é preciso conhecer alguns fundamentos de sua operação, e entre eles está o modelo de rede de rotas (malhas de tráfego aéreo) adotado, suas características básicas e os pontos de atenção em sua implementação. Este artigo procura descrever de forma não exaustiva os principais modelos aplicados, quais sejam: redes lineares (padrão usado desde os primórdios das rotas de voos comerciais), redes ponto a ponto (modelo difundido entre as empresas de baixo custo), redes *hub and spoke* (padrão utilizado pelas grandes empresas tradicionais) e redes híbridas (modelo mais atual para onde estão migrando várias empresas dos mais variados modelos de negócio). Por fim, é apresentada uma relação entre tipos de redes e modelos de negócios das empresas aéreas.

* Respectivamente, contador do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior do BNDES, com MBA em Controladoria e Finanças pela Universidade Candido Mendes (Ucam), e gerente do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior do BNDES e PhD em Dinâmica de Voo (Cranfield University, Inglaterra).

Introdução

A operação de uma empresa aérea vai muito além do simples decolar e pousar com passageiros a bordo. Como se trata de uma indústria de baixas margens operacionais, conforme visto em artigo publicado no número 40 do *BNDES Setorial*, dos mesmos autores deste artigo, cada decisão tomada pode implicar o sucesso ou fracasso da empresa. Dessa forma, a definição da rede de rotas (ou malha de rotas) que a empresa pretende executar é peça fundamental no planejamento operacional e nos planos de expansão futura.

Para compreender o conceito de rede de rotas aéreas, antes é preciso conhecer o conceito de “mercado de transporte aéreo”. Um “mercado” é constituído por quaisquer ligações por via aérea entre dois pontos distintos. A ligação entre um aeroporto A e um aeroporto B qualquer constitui um mercado na definição aeronáutica, e cada voo, seja de A para B ou de B para A, constitui uma rota.

Ao longo do tempo, o desenho da malha de rotas das empresas aéreas foi evoluindo e sendo modificado à medida que novas tecnologias, regulamentações e oportunidades comerciais foram surgindo. No início da aviação comercial, havia um cenário de alta regulamentação comercial por parte dos governos, e as empresas basicamente cumpriam o roteiro definido pelos órgãos governamentais, cobrando as tarifas definidas por eles. Em geral, o transporte aéreo era visto como um meio de transporte elitizado, destinado aos mais ricos, capazes de pagar as altas tarifas cobradas, ou apenas para viagens a trabalho.

Com o passar do tempo, passou-se a contar com a ampliação da disponibilidade de serviços aéreos, a melhoria na infraestrutura de apoio e aeroportuária, novas tecnologias de transporte (aviação a jato), maior inserção da tecnologia da informação e melhoria das redes de comunicação. Além disso, o crescimento da demanda por viagens e as concepções de malha aérea foram sendo modificadas, até se chegar aos modelos hoje aplicados. Estes, por sua vez, não são definitivos, e, naturalmente, tendem a evoluir ainda mais.

Neste artigo, serão introduzidos os principais conceitos dos modelos de redes de rotas de empresas aéreas utilizados até o momento. Inicia-se com uma explanação sobre a configuração de redes de rotas aéreas e sua evolução. A partir de então, passa-se a uma descrição dos principais modelos, suas características e aspectos mais relevantes, detalhando cada um dos quatro principais modelos empregados. Finalizando, o artigo tentará fazer

a ligação entre os tipos de redes e os modelos de negócio das empresas aéreas e apresentará uma breve conclusão sobre o trabalho.

Configuração-padrão de redes de rotas aéreas

Nos últimos anos, a concepção da rede de rotas tem merecido grande atenção e esforços das companhias aéreas, na busca do modelo de malha mais adequado. Busca-se, acima de tudo, a configuração de rotas que poderá gerar o menor custo por assento-quilômetro (CASK, do inglês *cost per available seat-kilometer*), além do maior retorno econômico-financeiro. São constantes as reestruturações e atualizações sistêmicas a fim de gerar mais tráfego, contando com os mesmos recursos, buscando assim potencializar a rentabilidade do negócio, notadamente de baixas margens de resultado operacional em todo o mundo (GOMES; FONSECA, 2014).

Com a concorrência crescente e acirrada em virtude da livre-entrada de novas companhias aéreas disputando a clientela e oferecendo novos serviços, há necessidade de constante revisão da distribuição da malha aérea de cada empresa. Some-se a isso a infraestrutura limitada (aeroportos, sistemas de navegação, espaço físico nos pátios e terminais de passageiros, entre outros fatores) que em muitos casos já se encontra saturada – a exemplo do Aeroporto de Congonhas, em São Paulo (SP). As empresas aéreas se veem assim obrigadas a buscar a otimização de sua rede de rotas, ou seja, o volume de destinos e o número de voos que podem ser oferecidos a partir de cada ponto, conciliando o número de aeronaves na frota e o limitado número de permissões de pouso e decolagem existentes em cada aeroporto (conhecidos como “*slots*” no jargão do mercado).

Até 1978, quando o mercado de transporte aéreo era ainda altamente regulado pelos governos em todo o mundo, o tipo de rede de rotas não era um fator decisivo no desenvolvimento do transporte aéreo. Os ciclos econômicos dos países, associados com tarifas altas e baixas margens de retorno na prestação de serviço de transporte aéreo, tornavam necessária a proteção contra a concorrência, além de rigoroso planejamento – e controle governamental – para seu desenvolvimento. A regulamentação governamental estava focada na segurança dos voos e na garantia da viabilidade das empresas aéreas na forma de contratos de concessão de serviço público, autorizações de rotas e estabelecimento de tarifas fixas (JENKINS, 2002). Os governos chegavam até mesmo a subsidiar empresas aéreas para assim

garantir os serviços, gerando empregos e desenvolvimento econômico em regiões mais afastadas dos grandes centros, tendo como premissa o efeito multiplicador que a atividade promove.

Com o advento dos jatos comerciais de maior porte em fins da década de 1970 e a remoção de barreiras tecnológicas, as empresas aéreas passaram a poder voar em rotas diretas mais longas, podendo ofertar mais assentos por voos, ou seja, a prover maior oferta quanto a *available seat-kilometers* (ASKs). Esses avanços passaram então a impulsionar o setor na direção do livre-mercado da aviação. Isso significou a redução do controle governamental e a desregulamentação econômica do setor, como ocorreu no mercado doméstico norte-americano a partir de 1978 (FONSECA; GOMES; QUEIROZ, 2014) e no Brasil apenas a partir de 2001.

Modelos de redes

Com o avanço dos processos de desregulamentação econômica pelo mundo, as mais diversas formas de redes de tráfego aéreo doméstico, ou mesmo internacional regional passaram a coexistir. Assim, podem ser identificados diversos modelos de malhas, sendo os principais:

- redes de rotas lineares;
- redes ponto a ponto (PoP);
- redes *hub and spoke* (H&S); e
- redes mistas (também chamadas de híbridas).

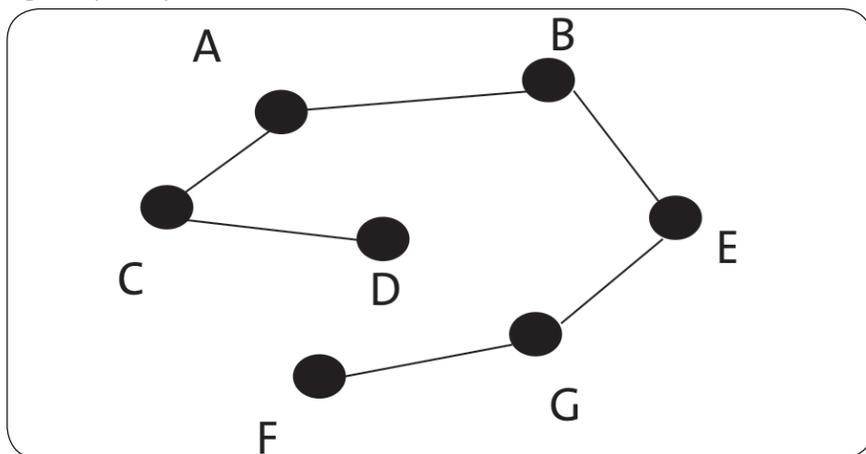
As descrições que se apresentam a seguir para cada um desses modelos não implicam alegar que não possam existir outros modelos, posto que, como já visto antes, esse é um sistema dinâmico e que sofre ajustes rotineiramente. Porém, os esquemas que serão apresentados representam a maioria das malhas hoje utilizadas, sendo os outros modelos, normalmente, variantes ou derivações destes aqui apresentados. Constituem, pois, a espinha dorsal do planejamento de rotas de empresas aéreas comerciais de forma praticamente universal.

Redes lineares

As redes lineares são típicas do início do transporte aéreo regular de passageiros nas décadas de 1920 e 1930. São consideradas o formato mais

tradicional, utilizadas em mercados altamente regulados, cujos objetivos principais seriam a disponibilização do serviço e o atendimento de determinadas localidades, previamente priorizadas pelo governo do país, independentemente do resultado econômico auferido pelas empresas.

Figura 1 | Exemplo de rede linear



Fonte: Elaboração própria.

Nesse tipo de rede, a aeronave percorre um caminho predefinido, atendendo às localidades especificadas. Conforme demonstrado na Figura 1, a rota normalmente parte de um determinado ponto D no início da manhã, passando pelos pontos C, A, B, e assim por diante, até chegar ao destino final à noite, no ponto F. Este último podendo ser o próprio ponto de partida ou outra localidade de onde a aeronave partirá no dia seguinte, fazendo a rota inversa ou uma nova rota, a depender da programação de voo.

Ainda utilizando a Figura 1, tem-se que um passageiro que queira ir do ponto C em direção ao ponto E, deverá passar necessariamente pelos pontos A e B até chegar ao ponto E e desembarcar da aeronave. Passará por três ciclos de decolagem e pouso, tendo que aguardar o tempo de saída dos passageiros cujo destino seja um dos pontos intermediários, além da entrada de novos passageiros com destino a um dos pontos seguintes. Já no caso do passageiro que deseje ir do ponto D ao G e considerando-se que, teoricamente, os pontos D e G sejam geograficamente próximos, ainda assim o passageiro deverá cumprir todo o deslocamento previsto passando por C, A, B e E até chegar a seu destino final.

Esse modelo tem pouca ou nenhuma conexão com voos denominados “pendulares” (de A para B e vice-versa), sendo, porém, conhecido como o de “pinga-pinga”. Um exemplo que havia na década de 1980 era um voo que partia no início da manhã, saindo de Porto Alegre (RS): fazia escala em São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA), Recife (PE), Natal (RN), Fortaleza (CE), São Luís (MA), Belém (PA), chegando a Manaus (AM) no fim da noite do mesmo dia. Com uma mesma aeronave, eram atendidos diversos mercados distintos.

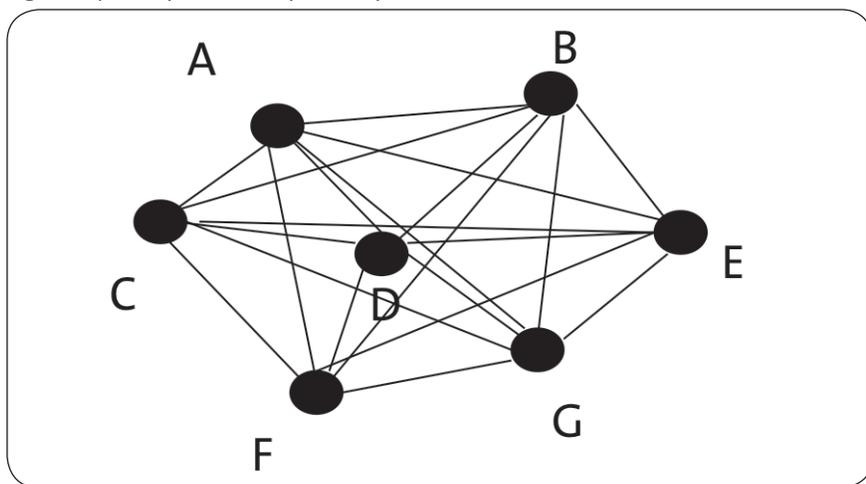
Esse tipo de modelo ainda é utilizado em parte na aviação regional. A aeronave passa por vários pequenos aeroportos até chegar a um grande centro de conexões, de onde os passageiros poderão seguir para outros destinos. Pequenas empresas aéreas também o utilizam. Algumas das vantagens desse tipo de rede são necessidade mínima de infraestrutura de solo e baixíssimo risco de extravio de bagagens dos passageiros.

Redes ponto a ponto

As redes do tipo PoP representam uma grande evolução em relação às redes lineares. Nesse modelo, a companhia aérea (ou suas parceiras) oferecem viagens diretas entre os aeroportos que compõem sua rede, com um número mínimo – ou mesmo nulo – de escalas técnicas (apenas para reabastecimento) ou conexões.

Nesse tipo de configuração, são necessárias mais aeronaves do que na rede linear, para permitir a ligação direta entre dois pontos quaisquer da rede. Entre os benefícios que esse modelo proporciona está a significativa redução no tempo de voo, com mais conforto e opções de viagens a partir de uma mesma localidade.

O modelo PoP é uma típica rede de rotas em que a empresa aérea tem por foco principalmente a origem e o destino final do tráfego aéreo. Isso quer dizer que a transportadora está mais interessada no transporte de passageiros originados de uma cidade A com destino a outra B, e vice-versa, sem que eles tenham que efetuar conexões em outras localidades existentes entre essas duas (SANDARUWAN, 2010). É o tipo de malha mais utilizado por empresas aéreas de baixo custo (LCC, do inglês *low cost carrier*), sendo a Southwest Airlines, dos Estados Unidos, considerada a empresa pioneira e paradigmática desse modelo.

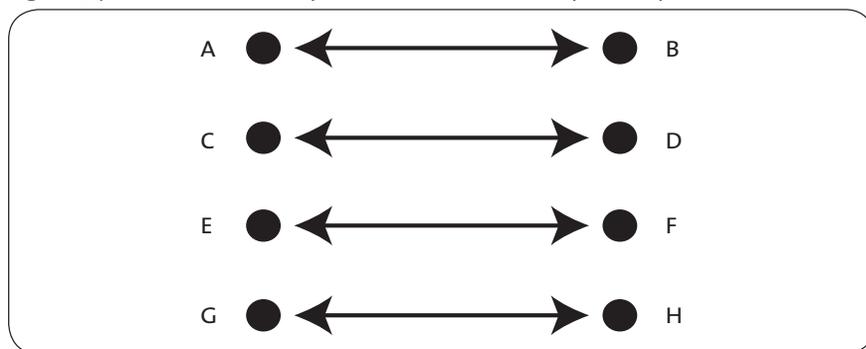
Figura 2 | Exemplo de rede ponto a ponto

Fonte: Fonseca, Gomes e Queiroz (2014).

Com base na Figura 2, pode-se perceber a variedade de mercados atendidos com o sistema PoP. Tomando-se por ponto de partida o ponto D, é possível chegar a qualquer outro ponto da mesma rede em um voo direto, sem escalas ou conexões, assim como é possível ir do ponto C ao ponto E sem efetuar escala ou conexão no ponto D.

No modelo PoP, cada rota serve a um mercado (par de cidades). As rotas individuais são assim dispersadas pela área geográfica atendida pela empresa. Não existem conexões previstas e as rotas podem ser operadas independentemente, sendo que o tráfego aéreo em cada uma delas não é necessariamente afetado pela demanda por outras rotas. Normalmente, apenas a variação das frequências e o leque de tarifas cobradas afetam diretamente a demanda.

Para viabilizar este modelo, é preciso operar em mercados de alta densidade, entre cidades de origem e destino com alta demanda por transporte aéreo entre si, a exemplo da ponte aérea Rio-São Paulo. A frequência dos voos depende geralmente do tipo e da densidade do mercado que se deseja atingir. Dessa forma, não seria viável estabelecer uma ou várias frequências diárias/semanais para destinos que oferecem pouca demanda. O número de cidades que podem ser atendidas nesse modelo é equivalente a duas vezes o número de aeronaves disponíveis na frota da empresa aérea, como demonstrado na Figura 3 e na Tabela 1, nas quais: cidades atendidas = $N \times 2$, em que N é igual ao número de aeronaves.

Figura 3 | Cidades atendidas por aeronave no modelo ponto a ponto

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 1 | Combinações de mercados servidos em função do número de aeronaves operando no modelo ponto a ponto

Número de aeronaves	Mercados servidos
	Via PoP
1	2
2	4
3	6
4	8
5	10
6	12
7	14
8	16

Fonte: Jenkins (2002).

Os equipamentos e sistemas da empresa não têm sua utilização normal limitada pela malha de rotas. Em geral, esse modelo busca custos operacionais mais baixos por ASK – ou seja, o CASK – nos mercados atendidos, procurando aumentar o retorno financeiro por meio do grande volume de tráfego transportado, o qual tende assim a ser maior que em outros modelos. Normalmente, as empresas que atuam nesse tipo de malha aérea utilizam-se de aeronaves padronizadas, com menor variação de modelos e de portes. O exemplo paradigmático é a Southwest, cuja frota é composta basicamente de aeronaves Boeing da “família” 737, o que auxilia na redução dos custos de manutenção, estoques de partes e peças sobressalentes (VASIG; FLEMING; TACKER, 2008) e treinamento das tripulações.

Figura 4 | Mapa das principais rotas da Southwest no mercado doméstico dos EUA



Fonte: Southwest.

Na Figura 4, há a demonstração gráfica das principais rotas operadas pela Southwest no mercado doméstico norte-americano, na qual se observa o grande número de voos diretos entre importantes centros urbanos, por exemplo, Tampa, na Flórida, Chicago e Las Vegas.

Redes *hub and spoke*

O modelo denominado H&S¹ consiste em uma malha aérea com base em um ou mais aeroportos centrais (*hubs*), a partir do qual os passageiros podem fazer conexões para seus destinos finais (*spoke*). Esse modelo surgiu como uma evolução natural no período pós-desregulamentação nos Estados Unidos (décadas de 1980 e 1990), permitindo a otimização do uso da frota de aeronaves, provendo o serviço aéreo para uma área geográfica maior e com mais possibilidades de destinos a partir de uma grande cidade.

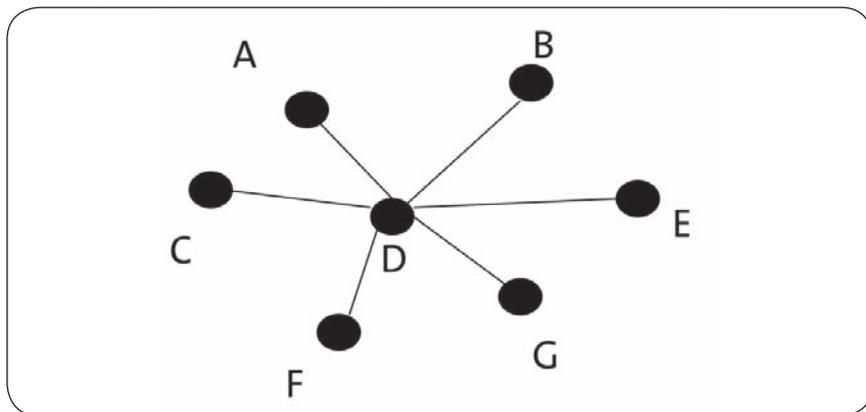
Nesse padrão rede de rotas, o usuário embarca em uma das cidades não *hub* da rede (*spoke*) e voa para o centro de conexão (*hub*) da empresa aérea, a partir de onde necessita embarcar em um segundo voo para viajar até a cidade de destino em outra ponta (COOK; GOODWIN, 2007). O passageiro, portanto, viaja entre duas cidades fazendo uma parada de conexão no *hub*.

Esse formato de malha aérea foi desenvolvido originalmente para atender à necessidade de distribuição doméstica do tráfego internacional de longo curso, em especial o intercontinental (rotas ligando Estados Unidos, Europa, Ásia e Américas), em que o *hub* é denominado de *gateway* (portal internacional de entrada no país). O H&S tornou-se o formato-padrão para as grandes transportadoras domésticas dos Estados Unidos após a desregulamentação econômica do setor aéreo do país iniciada em 1978. Exemplos claros dessa aplicação são as distribuições de voos nos aeroportos de Guarulhos, na Grande São Paulo (SP), e Galeão, no Rio de Janeiro (RJ). Tais aeroportos recebem grande parte do tráfego internacional com destino ou origem no Brasil, e a partir deles as companhias aéreas nacionais oferecem voos para diversas outras cidades do país. Também é exemplo notável o aeroporto de Atlanta (GA), nos Estados Unidos, o qual concentra grande parte dos voos da Delta Airlines, recebendo ou despachando tráfego internacional e conectando esses voos para o restante desse país.

¹ Essa denominação tem por origem uma analogia com a roda de bicicleta, a qual tem um cubo (*hub*) central ligado ao aro por meio de raios (*spokes*).

Para ser eficiente, esse sistema necessita de muita coordenação entre os horários de chegada e saída dos voos, de modo a minimizar o tempo de trânsito e as possibilidades de ocorrência de perda de conexão pelo usuário, erro na transferência de bagagens etc.

Figura 5 | Exemplo de rede *hub and spoke*



Fonte: Fonseca, Gomes e Queiroz (2014).

Entre os benefícios para as empresas aéreas, está o fato de poderem oferecer um maior número de destinos – em relação ao modelo PoP – com um menor número de aeronaves, otimizando a utilização dos equipamentos de voo, reduzindo custos, aumentando receitas e a ocupação das aeronaves. Além disso, existe a possibilidade de aumento de frequências atendendo às necessidades dos passageiros.

Porém, cada rota da rede (*spoke*) tem uma demanda característica, sendo algumas delas mais procuradas que outras, o que obriga as empresas a utilizarem diversos modelos de aeronaves, de portes distintos, que podem variar de 50 a 350 assentos. Essa variedade de tamanhos e modelos de aeronaves aumenta a complexidade de gestão da capacidade, tanto nos terminais aeroportuários, quanto na frota da empresa aérea. Isso eleva os custos de treinamento de pilotos e mecânicos, os custos com manutenção, a necessidade de equipes de cabine diferenciadas, entre outros aspectos complicadores. Uma das formas de reduzir essa complexidade foi a contratação de empresas regionais, de menor porte, com a finalidade de atender a localidades de menor demanda. Operando com uma frota mais homogênea, as regionais conectam assim esse tráfego menos denso aos *hubs* das *mainlines* (grandes

empresas, tais como Delta, United, Air France, British Airways), de onde os passageiros podem partir em direção a outras cidades atendidas pela rede.

Esse processo de terceirização, iniciado em fins da década de 1970 nos Estados Unidos, permitiu assim a consolidação de um novo modelo de empresa aérea – a regional –, que normalmente utiliza aeronaves menores com custos mais adequados a demandas de tráfego de menor densidade. Isso possibilitou a expansão de novas indústrias aeronáuticas no mercado mundial, tais como a Embraer e a Bombardier. Elas encontraram nessa necessidade das grandes empresas aéreas seu nicho de mercado, com a produção de aeronaves de até 120 assentos (inicialmente com modelos de 19 a 50 assentos, passando mais recentemente para modelos maiores, de 60 a 120 assentos).

Por outro lado, esse tipo de malha aérea fica limitado à capacidade da infraestrutura aeroportuária disponível no *hub*, que, como já visto, é um recurso finito. Com o aumento do número de rotas, aumentam também os custos de gerenciamento de sistemas de manuseio de bagagens, serviços de *catering* (refeições a bordo), reabastecimento, manutenções locais etc.

Além de tudo isso, existe o problema de atrasos em pousos e decolagens, decorrentes dos mais variados fatores, desde aqueles por condições meteorológicas inadequadas até por passageiros que demoram a se deslocar entre um portão de embarque e outro, problemas com a manipulação e distribuição de bagagens entre aeronaves, além de tantos outros. Cada atraso pode repercutir na necessidade de retardar outro voo, que precisa esperar que tudo esteja de acordo para decolar. Esse fenômeno pode se replicar por toda a rede, dependendo de sua complexidade e da capacidade de gestão do operador aeroportuário e da companhia aérea. O uso de múltiplos *hubs*, normalmente, é uma forma de mitigar esses riscos de atraso e propagação de problemas por toda a rede (COOK; GOODWIN, 2007).

Por outro lado, uma das grandes vantagens do modelo H&S para as companhias aéreas é o número de destinos que podem ser atendidos, possibilitando diversos desenhos de redes com um dado número de aeronaves, atendendo a um espaço geográfico mais amplo que o permitido usando-se o modelo PoP. Por exemplo, com quatro aeronaves, é possível atender até a oito rotas diretas entre as “pontas” e o *hub* e mais 16 outras rotas por via de conexão, totalizando, assim, 24 rotas ligando cinco localidades distintas (quatro cidades nas “pontas” e a cidade onde está localizado o centro de conexão).

A cada aeronave somada à frota operando em um *hub*, o número de rotas possíveis cresce exponencialmente. O número de cidades atendidas por meio de uma rede H&S pode ser calculado pelo número de aeronaves operando elevado ao quadrado somado a duas vezes o mesmo número de aeronaves (JENKINS, 2002), ou seja: cidades atendidas = $N \times (N+2)$, em que N é igual ao número de aeronaves na frota.

A Tabela 2 demonstra as possibilidades de combinações de mercados que podem ser atendidos em função da capacidade do *hub*. O cálculo apresentado nessa tabela mostra o número de aeronaves que podem chegar ou partir considerando-se o intervalo de tempo necessário para que o passageiro faça a conexão (sair de uma aeronave e entrar em outra) e para que todo o trabalho de solo na aeronave seja efetuado,² cuja duração é chamada *turn around time* no jargão do mercado de transporte aéreo. Quanto menos tempo uma empresa aérea necessitar para efetuar a conexão dos passageiros, maior será a capacidade de oferecer mais conexões, tendo por limite a capacidade da infraestrutura aeroportuária disponível.

Tabela 2 | Combinações de mercados servidos em função do número de aeronaves operando em um *hub*

Número de aeronaves	Mercados servidos		
	Via PoP	Via H&S	Total
1	2	1	3
2	4	4	8
3	6	9	15
4	8	16	24
5	10	25	35
6	12	36	48
7	14	49	63
8	16	64	80
9	18	81	99
10	20	100	120

Fonte: Jenkins (2002).

² O trabalho de solo consiste basicamente na inspeção da aeronave para voo, limpeza, transferência e desembarque de bagagens e cargas, pequenos reparos rotineiros, reabastecimento, troca de equipes de cabine e pilotos.

Portanto, ao estabelecer uma rede do tipo H&S, a companhia aérea busca obter vantagens comerciais, como o incremento de tráfego via aumento dos destinos atendidos com uma dada frota de aeronaves. A correta calibração do tamanho das aeronaves empregadas conduz ao aumento de sua ocupação (*load factor*). Isso propicia a diluição de custos fixos, permitindo a oferta de tarifas mais baixas e o aumento das frequências dos voos.

Dessa forma, o modelo H&S promove a otimização dos recursos, com as conexões abrangendo uma determinada área geográfica, oferecendo mais destinos do que na malha do tipo PoP. Ao oferecer uma gama de opções de conexões para diferentes destinos, a empresa visa atrair mais passageiros na medida em que pode oferecer mais opções de rotas via conexão em *hubs*. A programação de rotas é dependente da combinação das próprias rotas com seus respectivos horários, de modo a tentar melhor atender à conveniência de viagem dos passageiros. Qualquer falha nessa programação pode acarretar danos para toda a rede.

Com o modelo H&S, é possível oferecer tráfego aéreo a localidades que apresentem demanda mais baixa, utilizando-se aeronaves menores (tráfego regional), que serão conectadas aos *hubs* da empresa e, a partir destes, a toda a gama de destinos oferecidos, integrando o espaço geográfico de atuação da empresa. Para o melhor atendimento a seus mercados, as empresas precisam manter, assim, uma frota de variados tamanhos e modelos de aeronaves, empregando aeronaves de maior porte nos mercados de maior demanda. Busca-se, portanto, otimizar cada mercado com a aeronave mais adequada e, nesse processo, poder vir a oferecer uma adequada frequência de voos para cada destino (COOK; GOODWIN, 2007), sem o que a rota dificilmente seria rentável.

Já a utilização da frota em uma malha H&S é limitada pela geografia da rede montada, pelos tempos entre as conexões, pelas condições meteorológicas e o grau de congestionamento nos centros de conexão. As empresas aéreas focam prioritariamente no tráfego corporativo, oferecendo uma ampla gama de destinos para viagens de negócios, cujas passagens são, em sua maioria, compradas poucos dias antes da viagem e, conseqüentemente, com tarifas mais elevadas. Porém, as conexões nos *hubs* significam também aumentos nos custos por ASK – CASK – com o aumento dos trabalhos em solo e a necessidade de equipe mais numerosa no atendimento aos passageiros, transferência de bagagens entre aeronaves e atividades internas de controle desses fluxos.

Como forma de contrabalançar o problema dos custos mais altos de operação no aeroporto *hub*, as empresas buscam obter o chamado “domínio” do *hub*, de modo a atenuar a concorrência e poder cobrar mais por passageiro. Esse domínio consiste na iniciativa de oferecer e capturar a maior parte da capacidade instalada de serviços do terminal. Em relação às demais empresas concorrentes, isso significa ampliar seu *market share* (parcela do mercado em relação ao total) até o limite possível. Entre os benefícios de ser a empresa dominante em determinado *hub*, pode-se citar a tendência em alcançar um *share gap* positivo. *Share gap* é a diferença entre o tráfego de passageiros atendidos, ou a receita obtida, em comparação com a oferta de serviço disponibilizada no *hub*. As evidências empíricas são de que as empresas dominantes – com *market share* superior a pelo menos 42% em ASKs – costumam obter um resultado desproporcionalmente maior, um prêmio, em relação às demais empresas no mesmo *hub*. Além disso, o domínio do *hub* ajuda a reduzir os efeitos da sazonalidade dos mercados individuais (JENKINS, 2002).

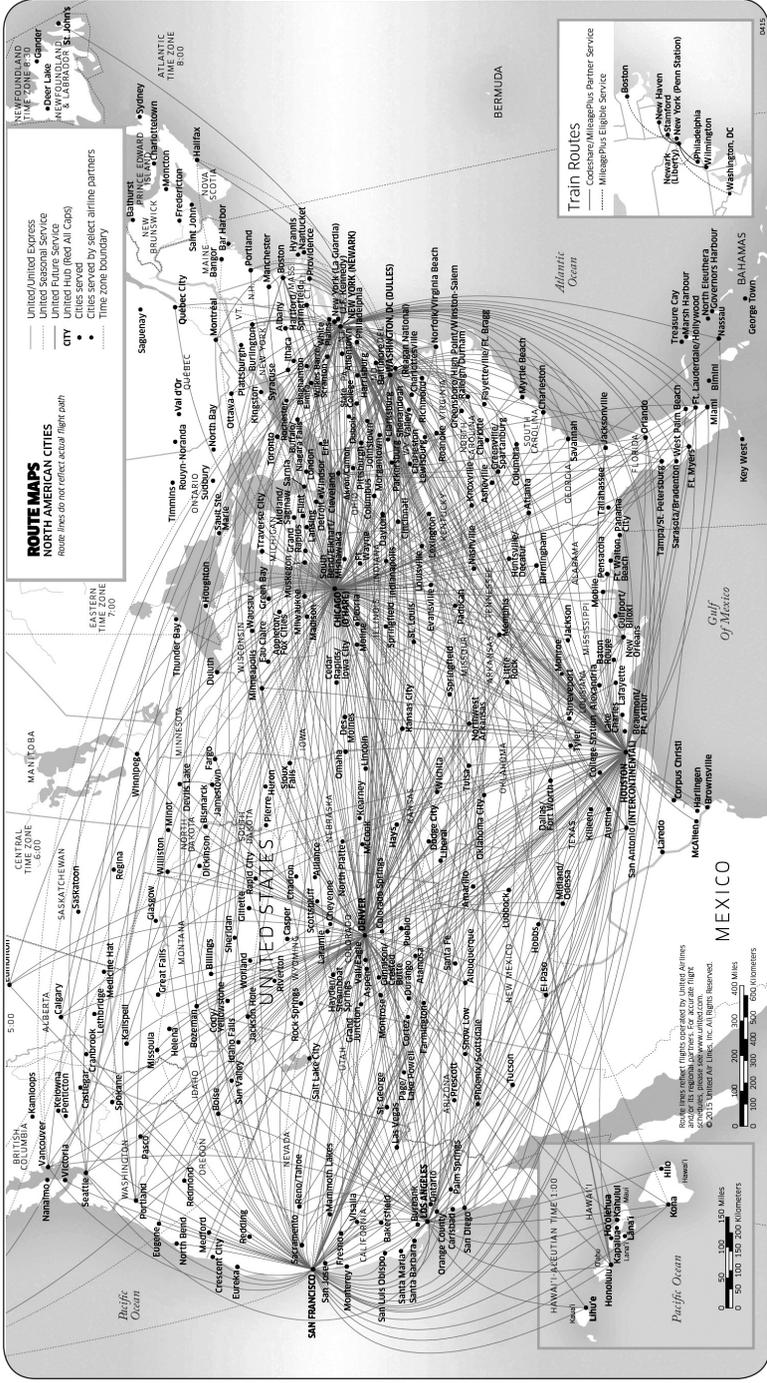
A gestão de uma rede H&S é uma tarefa complexa e requer a utilização de avançados sistemas de controle e acompanhamento, tanto da frota quanto de sua localização, das condições meteorológicas, das origens e destinos de cada voo programado.

A localização dos *hubs* é um ponto de grande atenção, uma vez que são limitados os aeroportos adequados à operação nessa modalidade. Em geral, estão próximos a grandes centros urbanos, combinando potencial econômico e demografia. Além disso, é desejável que estejam localizados da forma mais centralizada possível em relação às cidades de interesse que compõem ou que se pretenda que venham a compor a malha de rotas.

O ideal de um *hub* é que as operações dos voos (partidas e chegadas) ocorram no mesmo horário durante os dias da semana, mantendo a regularidade, preferencialmente mantendo a mesma numeração de voos em todos os dias, e dispondo de ampla e eficiente infraestrutura para as transferências de passageiros, bagagens e cargas.

No mapa de rotas domésticas nos Estados Unidos da Delta Airlines, apresentadas na Figura 6, podem ser observados quatro grandes *hubs* da empresa, situados em Salt Lake City, Minneapolis (*hub* herdado da Northwest após a fusão das empresas em 2009), Detroit e Atlanta (principal *hub* global da empresa).

Figura 6 | Mapa de rotas domésticas da United Airlines nos Estados Unidos



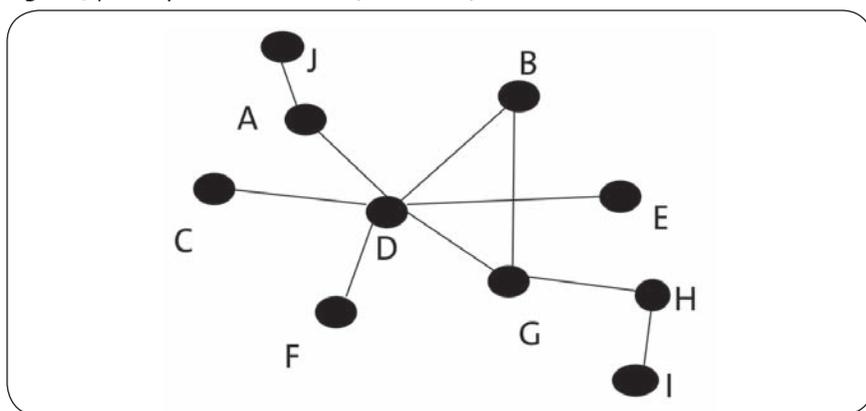
Fonte: United Airlines.

Redes mistas

Redes mistas (também chamadas de híbridas) nada mais são do que a utilização dos conceitos de redes lineares, PoP e H&S na montagem de uma rede. São uma evolução natural do sistema de transporte aéreo de passageiros, fruto da desregulamentação econômica ocorrida nas últimas décadas. Ao optar por estabelecer uma rede mista, a empresa aérea busca maximizar os benefícios inerentes a cada modelo e atender ao máximo de usuários com os recursos que possui, com uma relação custo-benefício bem calibrada.

Nas figuras 7 e 8, é possível observar as características das redes mistas. Ao mesmo tempo em que existe um *hub* na cidade D – no caso da Figura 8, as cidades de Campinas (SP) e Belo Horizonte (MG) –, a ligação da cidade J ao *hub* tem uma escala em A. Isso se justifica pela baixa demanda de voos diretos entre J e D e entre A e D, mas que, somadas, formam um mercado interessante para a empresa. Além disso, atende-se aos usuários que pretendam fazer apenas a viagem entre J e A, o que não seria muito viável se houvesse a necessidade de conexão no *hub* para efetuar esse trajeto, seja pela localização geográfica deste, seja pelo nível de demanda específica nesse trajeto.

Figura 7 | Exemplo de rede mista (ou híbrida)



Fonte: Elaboração própria.

Outro ponto relevante é a rota entre os pontos B e G. Por ter uma demanda suficientemente alta, justifica um voo direto, ou seja, na opção *hub bypass* (sem passar pelo *hub*), em determinados horários de maior demanda e via conexão em outros de menor procura. Um exemplo desse tipo de

rota pode ser observado na malha aérea da empresa Azul Linhas Aéreas, na Figura 8. Diariamente, são oferecidos diversos voos ligando a cidade do Rio de Janeiro (RJ) a Porto Alegre (RS), havendo dois voos de ida e volta conectando diretamente essas cidades, além de diversos outros, com conexões em Campinas (SP) ou Curitiba (PR).

Nessa mesma empresa, observa-se a existência de uma rede linear, que passa por diversas cidades menores no interior dos estados do Amazonas, Pará e Mato Grosso até chegar a um grande centro, seja a capital destes estados, seja a *hub* de Brasília (DF) (Figura 8). Outro exemplo é o voo 2.685, que parte de Viracopos (SP) com destino a Juazeiro do Norte (CE), às 23h20, de onde parte para Petrolina (PE), às 2h30, e retorna a Viracopos, aonde chega às 6h31 da manhã. Esse é um exemplo clássico de rede linear dentro da malha híbrida da empresa.

Figura 8 | Mapa de rotas da Azul no Brasil



Fonte: Azul Linhas Aéreas.

Redes de rotas e modelos de negócios de empresas aéreas

Uma vez compreendidas as características dos modelos de redes de rotas aéreas, pode-se agora passar a relacioná-los com os modelos de negócios típicos das empresas aéreas. Embora existam diversos modelos nesse setor, três destacam-se: o de *legacy carriers* (também chamadas de *mainlines*), o de LCCs (empresas de baixo custo) e o de empresas regionais. Os demais modelos são em geral derivações ou mesclas desses modelos.

As redes do tipo linear praticamente deixaram de existir em mercados desregulamentados, podendo ser ainda encontradas em regiões remotas da África e Ásia, operadas por pequenas empresas com apoio governamental.

As redes do tipo PoP são utilizadas predominantemente por companhias aéreas que adotam o modelo de custos baixos e tarifas baixas (LCCs) para competir e são normalmente utilizadas em rotas entre grandes cidades, em distâncias relativamente curtas entre destino e origem, e um pequeno número de cidades (YAN; FU; OUM, 2008). É assim a típica configuração de malha de rota utilizada pelas LCCs, que costumam operar em aeroportos secundários de grandes cidades, oferecendo voos com um mínimo de conexões, em sua maioria voos diretos, a exemplo da empresa paradigmática desse modelo de negócio, a Southwest Airlines. Também é empregada pela Jet Blue, no mercado doméstico norte-americano, e pelas empresas Ryanair e EasyJet na Europa.

As LCCs, como a própria denominação sugere, são empresas que buscam funcionar com baixos custos operacionais e, para isso, buscam os modelos de redes de rotas mais apropriados. Com a operação predominantemente em rotas PoP, essas empresas buscam reduzir os custos operacionais nos terminais aeroportuários e reduzir o tempo com a aeronave parada em solo. A Southwest tem por foco atuar em aeroportos que servem principalmente aos passageiros locais, em que não há a necessidade de troca de aeronaves nos aeroportos de destino da rota, servindo eventualmente até mesmo a múltiplos aeroportos de uma determinada região metropolitana simultaneamente (YAN; FU; OUM, 2008).

Já as empresas *legacy*, de modelo tradicional, após a desregulamentação econômica do mercado doméstico norte-americano, iniciada em 1978, abandonaram paulatinamente a configuração de malha PoP em suas rotas domésticas, passando a adotar progressivamente o modelo H&S.

Isso se deveu a motivos econômicos e concorrenciais. Econômicos porque, como visto, com determinado número de aeronaves na frota, o modelo H&S permite o atendimento diário de um número muito maior de cidades do que o PoP, algo importante quando cada empresa passou a poder voar livremente para onde quisesse. E concorrenciais porque, ao contrário do que esperavam os promotores da desregulamentação no governo dos Estados Unidos, ou seja, do livre-mercado na aviação, as empresas procuraram, estrategicamente, reduzir a competição rota a rota em suas malhas domésticas. A saída foi, dentro do possível, “entrincheirarem-se” em suas regiões de origem, junto aos principais aeroportos/cidades que foram assim se tornando *hubs* naturais, tais como Dallas-FortWorth (American Airlines), Hartsfield-Atlanta (Delta Airlines), Chicago O’Hare (United) etc. Já para o tráfego internacional, as empresas *legacy* mantiveram, de maneira geral, seus *gateways* (portais) tradicionais – Nova York, Miami, Los Angeles etc. –, aos quais foram acrescentando seus novos *hubs* graças às facilidades de conexões domésticas. Nesse processo, que vem desde a década de 1980, um aeroporto como Atlanta-Hartsfield acabou se tornando o maior aeroporto do mundo em tráfego de passageiros.

No Brasil, o processo de desregulamentação econômica do transporte aéreo foi completado apenas em 2001. Embora não tenha ocorrido o “entrincheiramento” de cada empresa em regiões específicas, o fato é que as empresas TAM e Gol, responsáveis atualmente por mais de 70% do tráfego doméstico de passageiros no país (ambas com malhas originalmente PoP), acabaram por transformar, desde então, os aeroportos de Brasília e Congonhas nos dois grandes *hubs* das rotas troncais nacionais, Guarulhos permanecendo como o *gateway* internacional principal.

Já no mercado dos Estados Unidos, após a fase de incorporações e fusões mais recente ocorrida ao longo dos últimos 12 anos (2002 a 2014), surgiram como resultado três grandes empresas: Delta (que se uniu com a Northwest), United (que se uniu a Continental) e American Air Group (com a fusão da American Airlines com a US Airways). Essas grandes empresas utilizam-se, como visto, basicamente do modelo de malha H&S, sendo complementadas pela contratação de empresas regionais. Essas atuam como alimentadoras das grandes rotas operadas pelas *mainlines*, conectando seus principais *hubs* às cidades menores, de menor demanda, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 | Relação das empresas regionais dos Estados Unidos que atendem às empresas *legacy* e aos *hubs* onde se fazem as conexões com os voos regionais

Contratante <i>legacy</i> <i>mainline</i>	Aeroportos <i>hubs</i> (centros de voos de conexão)	Marca para operações regionais	Contratadas regionais
Delta	Atlanta, Cincinnati, Detroit, Memphis, Minneapolis, New York (JFK), La Guardia (LGA), Salt Lake City	Delta Connection	Chautauqua , Compass, ExpressJet, GoJet, Pinnacle, Shuttle America , SkyWest
United	Chicago (ORD), Cleveland, Denver, Houston, Los Angeles (LAX), Newark, JFK, San Francisco (SFO), Washington Dulles	United Express	Chautauqua , CommutAir, ExpressJet, GoJet, Great Lakes, Mesa, Republic , Silver Airways, Shuttle America , SkyWest, TransStates
American (American Airlines Group)	Dallas (DFW), Miami, JFK, LAX, ORD	American Eagle American Connection	Chautauqua (para a Connection) ExpressJet e Republic (para a Eagle) A própria Eagle, que pertence à American Airlines
US Airways (American Airlines Group)	Charlotte, Philadelphia, Phoenix	US Airways Express	Air Wisconsin, Chautauqua , Mesa, Piedmont, PSA, Republic , SkyWest, TransStates

Fonte: Fonseca, Gomes e Queiroz (2014).

A proporção de voos e frequências nos 17 aeroportos mais movimentados dos Estados Unidos pode ser observada no Anexo I, em que se percebe claramente que a Delta domina o Aeroporto de Atlanta, com cerca de 59,7% dos voos em 2013, seguida pela ExpressJet, empresa regional contratada da Delta como alimentadora de tráfego, o que totaliza 78,1% da operação do aeroporto. De forma semelhante, a American Airlines e sua subsidiária regional American Eagle dominam os aeroportos de Miami e Dallas/Fort Worth, com 73,7% e 79,5% respectivamente. Huston é dominado pela United Airlines, com a empresa regional que lhe presta serviço, Express Jet, alcançando 75,7% da operação do aeroporto. Esses números deixam clara a estratégia das grandes empresas americanas: procurar dominar o tráfego em determinados aeroportos para, assim, buscar a maior rentabilidade possível

nestes *hubs*, que ficaram assim conhecidos no jargão do setor como “*fortress hubs*” (*hubs* tipo “fortaleza”).

Cada uma dessas empresas, em função de seu modelo de negócios, passou a desenvolver serviços voltados para seu público-alvo específico, com vistas a atendê-lo fielmente, maximizando a rentabilidade de sua operação. Não existe mais, dessa forma, a preocupação de atender à totalidade da demanda do país, ou a parte substancial dela, como no passado recente. Com isso verifica-se o abandono de cidades menores que não geram tráfego acima de um patamar mínimo conforme as diretrizes da empresa. Passou-se a trabalhar com alta ocupação (*load factor*) ou mesmo voos lotados, cuja qualidade do serviço depende do pagamento de tarifas auxiliares (FONSECA; GOMES; QUEIROZ, 2014).

Além disso, o processo de consolidação de empresas *legacy* – via fusões e aquisições –, no mercado de transporte aéreo dos Estados Unidos, vem tendo substancial impacto na população de aeroportos *hubs*. Por um lado, tem-se que os organizadores da fusão American-US Airways prometem manter os dez *hubs* onde hoje operam, embora na fusão anterior American-TWA, em 2001, o *hub* de St. Louis tenha perdido 70% dos assentos ali ofertados e o de San Jose, mais de 60%. Na incorporação da America West pela US Airways (em 2006), o *hub* de Pittsburgh chegou a 2010 com 75% a menos de sua oferta e o aeroporto de Las Vegas perdeu ainda mais. Em síntese, as empresas consolidadas selecionam e privilegiam os *hubs* que realmente lhes interessam; os restantes são relegados a segundo plano, com evidentes impactos nas comunidades servidas (BRODERIC, 2013).

Já as empresas regionais fazem uso de um modelo misto de rede de rotas. Primeiro porque são, normalmente, contratadas das grandes *legacies* para levar tráfego para os *hubs* destas. Segundo, porque normalmente fazem uso de rotas PoP para fazer essa alimentação, sendo raras as conexões durante o percurso.

Desde o início no século XXI, percebe-se um crescimento no número de empresas que adotam modelos mistos de redes de rotas. Um exemplo recente é a empresa brasileira Azul Linhas Aéreas, já citada anteriormente, que iniciou suas atividades no fim de 2008 procurando adotar um modelo de ligação PoP, típico das LCCs, seguindo o exemplo da americana JetBlue. Com o crescimento da empresa e a limitação da infraestrutura aeroportuária no Brasil, aos poucos a empresa passou a oferecer também rotas com

conexões em sua principal base de operações, o aeroporto de Viracopos, em Campinas (SP). A empresa encontrou um nicho de mercado pouco explorado ao incluir rotas regionais em seu modelo de negócio, acrescentando aeronaves turbo-hélice em sua frota. Atende, assim, a cidades menores no interior do país, fazendo, às vezes, várias escalas em aeroportos menores até chegar a um grande centro, onde o passageiro poderá fazer conexão para outros locais, caso aquele não seja seu destino final.

Atualmente, a Azul opera com dois grandes centros de conexão, um em Campinas (SP) e outro em Confins (MG), e quatro *hubs* intermediários – Salvador (BA), Rio de Janeiro (RJ), Brasília (DF) e Porto Alegre (RS). Com seu modelo híbrido de atuação, a Azul é hoje a empresa a oferecer o maior número de destinos no Brasil, 103 cidades com 133 aeronaves (em dezembro de 2013), tendo já anunciado planos para incrementar esses números.

Conclusões

A capacitação necessária para uma competente análise do mercado de transporte aéreo de passageiros passa por um universo de conhecimentos que muitas vezes não estão abertamente disponíveis. Assim, como é preciso conhecer as peculiaridades da operação desse tipo de transporte, com seus indicadores econômico-operacionais (objeto de publicação no número 40 do *BNDES Setorial*, de setembro de 2014), também é preciso conhecer as peculiaridades da configuração da malha de rotas que cada empresa oferece, assim como as de suas concorrentes.

Com base no conhecimento dos fundamentos dos modelos básicos, assim como sua evolução ao longo da história da aviação comercial, pode-se observar que cada vez mais as empresas estão adaptando seus modelos às necessidades e conjunturas do momento. Assim como, historicamente, o modelo de rotas linear passou para o PoP e daí para o sistema H&S, a recuperação do modelo PoP pelas LCCs obrigou as empresas tradicionais a reverem suas malhas, migrando em alguns casos para o modelo híbrido, às vezes com mais expressividade das rotas H&S, enquanto outras focaram mais no modelo PoP. No caso das grandes empresas (*mainlines*), houve a necessidade de contratação de empresas terceirizadas (regionais) para complementar sua capilaridade e não deixar de atender a determinados mercados de menor demanda.

Esses conceitos de redes de rotas e suas variantes não são, como visto, aplicáveis apenas ao mercado norte-americano. Também as companhias europeias, asiáticas, da Oceania, e mesmo do Brasil, passaram e passam pelos mesmos questionamentos e dificuldades ao montar suas malhas de operação. Como muitas das grandes empresas são majoritárias em seus respectivos países, especialmente no que diz respeito ao tráfego internacional, o modelo H&S é naturalmente aplicado. Porém, empresas LCCs também surgiram nessas regiões e competem diretamente com as *mainlines* em espaços geográficos definidos, obrigando-as a adotar soluções criativas de rotas, como a configuração híbrida, para se manterem competitivas.

Por fim, para o analista de transporte aéreo, duas conclusões fundamentais emergem.

- O modelo de negócios de cada empresa aérea, em última análise responsável por seu sucesso ou fracasso no mercado, tem de estar refletido fielmente na configuração e extensão geográfica de sua malha de rotas. Incoerências e/ou inconsistências entre esses aspectos são indicações fortes de uma gestão estratégica com falhas, o que pode penalizar a empresa para finalidades de concessão de crédito, abertura de capital, participação em fusões ou aquisições.
- Uma vez que diferentes modelos de negócios de empresa aérea levarão a diferentes configurações de redes de rotas, estas terão impactos nos investimentos requeridos na infraestrutura aeroportuária, geralmente fora do controle da empresa aérea. Aeroportos do tipo *hub* têm de acomodar um número elevado de pousos e decolagens em determinados – e relativamente curtos – períodos do dia, o que geralmente significa maior área de pátio para aeronaves – e até mesmo pistas adicionais – do que aeroportos que integram redes PoP. As autoridades aeroportuárias/empresas operadoras de aeroportos ficam, assim, condicionadas a agir e investir em conformidade com a evolução dos mercados e modelos de negócios das empresas aéreas, o que nem sempre ocorre de forma harmônica e bem planejada.

De fato, esse último aspecto foi fonte de diversas dificuldades imprevistas nos processos de desregulamentação econômica do transporte aéreo em vários países. Os governos promoveram a desregulamentação com a visão de que o livre-mercado – de tarifas, localidades atendidas, aeronaves operadas etc. – beneficiaria diretamente o consumidor pelo aumento

da concorrência entre as empresas. Só que as empresas, ao reconfigurarem suas malhas de rotas em função do novo ambiente de negócios, passaram a demandar importantes investimentos em determinados aeroportos, em auxílio à navegação aérea em diversos corredores de tráfego etc.

Em países em que a infraestrutura aeronáutica – no Brasil e nos Estados Unidos, por exemplo – era essencialmente estatal, isso gerou demandas inesperadas nos respectivos tesouros e suas fontes de financiamento. Foi como se parte da conta dos benefícios auferidos pelos consumidores/usuários do transporte aéreo tivesse de ser paga por todos os contribuintes do país. Alguns países – como o Reino Unido – optaram pela privatização de toda a infraestrutura aeronáutica (aeroportos, controle do tráfego aéreo etc.), mas em boa parte do mundo o debate prossegue até hoje.

Referências

- BRODERIC, S. Flatlining: as organic growth slows, US regionals pin hopes on larger RJs and broader scope clauses. *Aviation Week & Space Technology*, New York, NY, Estados Unidos, v. 175, n. 15, p. 63-65, 6 maio 2013.
- COOK, G. N.; GOODWIN, J. Airline Networks: A Comparison of Hub-and-Spoke and Point-to-Point Systems. *The Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, v. 17, n 2, p. 51-59, 2007. Disponível em: <<http://commons.erau.edu/jaer/vol17/iss2/1>>. Acesso em: 26 nov. 2014.
- FLIGHTGLOBAL. *Airline Business especial report: Airports 2014*, Flightglobal Inside, Sutton, Surrey, Reino Unido, maio 2014, p. 28-29. Disponível em: <<http://dashboard.flightglobal.com/Uploads/pdf/Airports%202014.pdf>>. Acesso em: 1º dez. 2014.
- FONSECA, P. V. R.; GOMES, S. B. V.; QUEIROZ, V. S. O mercado do transporte aéreo dos Estados Unidos e perspectivas para o financiamento à exportação de jatos comerciais brasileiros. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 39, p. 5-49, mar. 2014.
- GOMES, S. B. V.; FONSECA, P. V. R. Análise econômico-operacional do setor de transporte aéreo. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 40, p. 131-162, set. 2014.

JENKINS, D. *Handbook of airline economics*. 2. ed. Washington: Aviation Week, 2002.

SANDARUWAN, M. *The Difference: Hub and Spoke vs. Point to Point*. 2010. Disponível em: <<http://www.flightglobal.com/blogs/the-networker/2010/12/the-difference-hub-and-spoke-vs-point-to-point/>>. Acesso em: 26 dez. 2014.

VASIG, B.; FLEMING, K.; TACKER, T. *Introduction to air transport economics: from theory to applications*. Ashgate, 2008.

YAN, J.; FU, X.; OUM, T. Exploring network effects of point to-point networks: an investigation of the spatial entry patterns of southwest airlines. *Working Paper Series (WP 2008-21)*, Washington State University, nov. 2008. Disponível em: <http://www.trg.wsu.edu/docs/publications/Yan_Fu_Oum_Nov.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2014.

Anexo

Anexo I | Proporção de voos/frequências das principais empresas aéreas operando em determinado aeroporto no ano de 2013

Cidade	Código	Milhares de passageiros em 2013	Proporção de voos/frequências pelas três principais empresas operando no aeroporto					
			Empresa dominante	%	Segunda empresa	%	Terceira empresa	%
Atlanta	ATL	94.431	Delta Air Lines	59,7	ExpressJet Airlines	18,4	AirTran Airways	8,6
Chicago	ORD	66.777	American Eagle	17,3	United Airlines	15,3	ExpressJet Airlines	13,9
Los Angeles	LAX	66.668	SkyWest Airlines	22,2	Southwest Airlines	12,9	United Airlines	12,6
Dallas/Fort Worth	DFW	60.471	American Airlines	54,2	American Eagle	25,3	ExpressJet Airlines	5,1
Denver	DEN	52.556	Southwest Airlines	20,0	SkyWest Airlines	19,2	United Airlines	15,4
New York	JFK	50.424	JetBlue Airways	25,9	Delta Air Lines	17,7	American Airlines	10,5
San Francisco	SFO	44.946	United Airlines	30,5	SkyWest Airlines	22,9	Virgin America	8,8

(Continua)

(Continuação)

Cidade	Código	Milhares de passageiros em 2013	Proporção de voos/freqüências pelas três principais empresas operando no aeroporto					
			Empresa dominante	%	Segunda empresa	%	Terceira empresa	%
Charlotte	CLT	43.457	US Airways	39,7	PSA	16,2	Mesa Airlines	15,0
Las Vegas	LAS	40.933	Southwest Airlines	44,9	United Airlines	7,9	Delta Air Lines	6,9
Miami	MIA	40.563	American Airlines	57,6	American Eagle	16,1	Delta Air Lines	5,5
Phoenix	PHX	40.342	US Airways	33,9	Southwest Airlines	31,1	SkyWest Airlines	12,3
Houston	IAH	39.799	ExpressJet Airlines	41,3	United Airlines	34,4	SkyWest Airlines	6,2
Newark	EWR	35.016	United Airlines	37,1	ExpressJet Airlines	22,3	Republic Airline	5,9
Seattle Tacoma	SEA	34.777	Alaska Airlines	30,8	Horizon Air	24,5	Delta Air Lines	7,7
Orlando	MCO	34.769	Southwest Airlines	28,9	JetBlue Airways	15,6	Delta Air Lines	12,5
Minneapolis-St. Paul	MSP	33.892	Delta Air Lines	31,3	Endeavor Air	22,8	SkyWest Airlines	11,1
Detroit	DTW	32.390	Delta Air Lines	30,1	Endeavor Air	22,7	ExpressJet Airlines	16,3

Fonte: Flightglobal (2014).