

REDES E FLUXOS DO TERRITÓRIO



# Ligações Aéreas

## 2010

Presidenta da República  
**Dilma Rousseff**

Ministra do Planejamento, Orçamento e Gestão  
**Miriam Belchior**

## **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE**

Presidenta  
**Wasmália Bivar**

Diretor-Executivo  
**Nuno Duarte da Costa Bittencourt**

### ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas  
**Marcia Maria Melo Quintslr**

Diretoria de Geociências  
**Wadih João Scandar Neto**

Diretoria de Informática  
**Paulo César Moraes Simões**

Centro de Documentação e Disseminação de Informações  
**David Wu Tai**

Escola Nacional de Ciências Estatísticas  
**Denise Britz do Nascimento Silva**

### UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências  
Coordenação de Geografia  
**Claudio Stenner**

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão  
**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**  
Diretoria de Geociências  
Coordenação de Geografia

Redes e Fluxos do Território

# **Ligações Aéreas**

**2010**

Rio de Janeiro  
2013

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão  
**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**  
Diretoria de Geociências  
Coordenação de Geografia

Redes e Fluxos do Território

# **Ligações Aéreas**

**2010**

Rio de Janeiro  
2013

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISBN 978-85-240-4287-4 (CD-ROM)

ISBN 978-85-240-4286-7 (meio impresso)

© IBGE. 2013

**Elaboração do arquivo PDF**

Roberto Cavararo

**Produção de multimídia**

LGonzaga

Márcia do Rosário Brauns

Marisa Sigolo

Mônica Pimentel Cinelli Ribeiro

Roberto Cavararo

**Capa**

Aline Carneiro Damacena, Fernanda Jardim, Leonardo Martins - Gerência de Editoração/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

---

# Sumário

## **Apresentação**

## **Introdução**

## **Notas técnicas**

Bases de dados e metodologia

Modelo gravitacional

## **Análise dos fluxos aéreos de passageiros e carga**

Evolução histórica

Interpretação do modelo gravitacional

Matriz de custo e tempo de viagem

Considerações finais

## **Lista de mapas**

**Mapa 1** - Ligações aéreas de passageiros - 2010

**Mapa 2** - Ligações aéreas de carga - 2010

**Mapa 3** - Ligações aéreas de passageiros, segundo os fluxos principais - 2010

**Mapa 4** - Ligações aéreas de passageiros, segundo os fluxos secundários - 2010

**Mapa 5** - Ligações aéreas de passageiros, segundo os fluxos terciários - 2010

**Mapa 6** - Ligações aéreas de carga, segundo os fluxos principais - 2010

- [Mapa 7](#) - Ligações aéreas de carga, segundo os fluxos secundários - 2010  
[Mapa 8](#) - Ligações aéreas de carga, segundo os fluxos terciários - 2010  
[Mapa 9](#) - Ligações aéreas de passageiros - 1972  
[Mapa 10](#) - Ligações aéreas de passageiros - 1975  
[Mapa 11](#) - Ligações aéreas de passageiros - 1980  
[Mapa 12](#) - Ligações aéreas de passageiros - 1985  
[Mapa 13](#) - Ligações aéreas de passageiros - 1990  
[Mapa 14](#) - Ligações aéreas de passageiros - 1995  
[Mapa 15](#) - Ligações aéreas de passageiros - 2000  
[Mapa 16](#) - Ligações aéreas de passageiros - 2005  
[Mapa 17](#) - Ligações aéreas de carga - 1972  
[Mapa 18](#) - Ligações aéreas de carga - 1975  
[Mapa 19](#) - Ligações aéreas de carga - 1980  
[Mapa 20](#) - Ligações aéreas de carga - 1985  
[Mapa 21](#) - Ligações aéreas de carga - 1990  
[Mapa 22](#) - Ligações aéreas de carga - 1995  
[Mapa 23](#) - Ligações aéreas de carga - 2000  
[Mapa 24](#) - Ligações aéreas de carga - 2005  
[Mapa 25](#) - Resíduos modelo gravitacional de passageiros - 2010  
[Mapa 26](#) - Resíduos modelo gravitacional de carga - 2010  
[Mapa 27](#) - Custo médio das viagens, em reais, por aeroporto - maio 2012  
[Mapa 28](#) - Custo normatizado pela distância, R\$/km - maio 2012  
[Mapa 29](#) - Tempo médio das viagens, em horas, por aeroporto - maio 2012  
[Mapa 30](#) - Tempo normalizado pela distância, h/km - maio 2012

## Referências

## Anexos

[Tabela 1](#) - Custo médio das viagens e hierarquia urbana a partir da origem

[Tabela 2](#) - Tempo médio das viagens e hierarquia urbana a partir da origem

### Convenções

-	Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento;
..	Não se aplica dado numérico;
...	Dado numérico não disponível;
x	Dado numérico omitido a fim de evitar a individualização da informação;
0; 0,0; 0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente positivo; e
-0; -0,0; -0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente negativo.

---

# Listas

## Siglas das Unidades da Federação

RO - Rondônia  
AC - Acre  
AM - Amazonas  
RR - Roraima  
PA - Pará  
AP - Amapá  
TO - Tocantins  
  
MA - Maranhão  
PI - Piauí  
CE - Ceará  
RN - Rio Grande do Norte  
PB - Paraíba  
PE - Pernambuco  
AL - Alagoas  
SE - Sergipe  
BA - Bahia  
  
MG - Minas Gerais  
ES - Espírito Santo  
RJ - Rio de Janeiro  
SP - São Paulo  
  
PR -Paraná  
SC - Santa Catarina  
RS - Rio Grande do Sul  
  
MS - Mato Grosso do Sul  
MT - Mato Grosso  
GO - Goiás  
DF - Distrito Federal

## Municípios das Capitais

Porto Velho/Rondônia

Rio Branco/Acre

Manaus/Amazonas

Boa Vista/Roraima

Belém/Pará

Macapá/Amapá

Palmas/Tocantins

São Luís/Maranhão

Teresina/Piauí

Fortaleza/Ceará

Natal/Rio Grande do Norte

João Pessoa/Paraíba

Recife/Pernambuco

Maceió/Alagoas

Aracaju/Sergipe

Salvador/Bahia

Belo Horizonte/Minas Gerais

Vitória/Espírito Santo

Rio de Janeiro/Rio de Janeiro

São Paulo/São Paulo

Curitiba/Paraná

Florianópolis/Santa Catarina

Porto Alegre/Rio Grande do Sul

Campo Grande/Mato Grosso do Sul

Cuiabá/Mato Grosso

Goiânia/Goiás

Brasília/Distrito Federal

---

## Apresentação

Com a presente publicação, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, através da Diretoria de Geociências, dá início à divulgação de estudos relacionados ao projeto Redes e Fluxos do Território, enfocando, neste volume, os fluxos aéreos.

Com esta publicação, o IBGE aceita o desafio de contemplar uma das vertentes mais avançadas da análise geográfica na contemporaneidade, que é o de retratar a dinâmica das relações espaciais resultantes das inúmeras redes técnicas que transmitem informações, comando e poder para uma economia e uma sociedade reguladas, cada vez mais, de forma descentralizada.

O projeto Redes e Fluxos do Território constitui uma linha de investigação permanente da Coordenação de Geografia do IBGE, que tem por objetivo analisar os relacionamentos e as ligações entre as cidades brasileiras, sua acessibilidade e a configuração espacial de suas trocas, quer de natureza material (pessoas, mercadorias, carga), quer imaterial (informações, ordens, dinheiro).

Para tanto, o projeto é dividido em diversas edições temáticas, tentando dar conta, o máximo possível, dos diferentes fluxos que perpassam o território. O presente tema, primeira publicação do projeto, diz respeito às ligações aéreas e compara a posição de cada cidade brasileira na hierarquia urbana com a quantidade de passageiros e carga movimentados pelas suas ligações de transporte aeroviário, bem como tipifica sua acessibilidade em termos de custo e tempo das viagens. Futuramente, serão divulgados volumes específicos sobre gestão do território, ligações rodoviárias, comunicações, entre outros

temas, com periodicidade variável, de acordo com as necessidades de informações sobre esses fluxos.

Longe de reproduzir os padrões locacionais herdados do projeto urbano-industrial dos Séculos XIX e XX, no mundo globalizado atual a “economia em rede” requer um acompanhamento constante das alterações ocorridas em um espaço geográfico cada vez mais fluido e competitivo.

Os dados abarcados pelo projeto Redes e Fluxos do Território pretendem contribuir para a necessária atualização das informações geográficas, capazes de ajudar o IBGE a cumprir sua missão institucional, qual seja: *Retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento da sua realidade e ao exercício da cidadania.*

Na atualidade, retratar o presente e prospectar o futuro das nações e de seu espaço econômico baseia-se na sua capacidade de medir, mapear e analisar, continuamente, as mudanças operadas nos fluxos de pessoas, mercadorias, serviços, energia e, principalmente, de informações.

**Wadih João Scandar Neto**  
Diretor de Geociências

---

## Introdução

É conhecido o fato de as cidades, desde a emergência do processo de globalização, serem o ponto de apoio logístico dos fluxos internacionais de pessoas, mercadorias, dinheiro, informações, ordens, sediando as empresas privadas, bem como o aparato da máquina estatal.

As redes aéreas são, no mínimo, parcialmente responsáveis pelo decréscimo das dificuldades impostas pela distância, o que é central para o momento econômico presente, baseado na criação, processamento e transmissão de informação e conhecimento.

As ligações aéreas domésticas representam não só um importante meio clássico de interconexão entre cidades, mas também o braço, em escala nacional, da conectividade do território com os fluxos internacionais, sobretudo de pessoas. Elas agregam a movimentação de caráter doméstico com aquela oriunda do sistema internacional, desde que realizem uma conexão nos aeroportos brasileiros.

Nesse sentido, as aglomerações urbanas formam uma hierarquia a partir das funções que oferecem, e as viagens aéreas refletem sua capacidade de atrair para si os consumidores, os encontros de negócios e os turistas. O presente trabalho visa caracterizar a posição das cidades brasileiras no sistema urbano nacional a partir do transporte aéreo, descrevendo e analisando seus fluxos de passageiros e carga. Além disso, busca-se avaliar a acessibilidade das cidades através dessa modalidade de transporte, verificando-se a relação entre o custo monetário e de tempo de viagem entre elas.

Cabe salientar que o mero fato de uma cidade ser servida por um aeroporto já constitui uma manifestação de sua centralidade. Dos 5 565 municípios existentes no País em 2010, apenas 135 possuíam

um aeroporto, segundo a Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. Cada um desses aeroportos, então, conta com uma considerável área de influência, atraindo os usuários dispersos em seu entorno, conforme levantado pela pesquisa Regiões de Influência das Cidades 2007, realizada pelo IBGE (REGIÕES..., 2008).

Em um contexto de crescente popularização da aviação comercial, as ligações aéreas representam um indicador do relacionamento entre os centros urbanos, propiciando, de maneira cada vez mais acessível, o transporte rápido a longas distâncias. Os fluxos derivados do transporte aéreo fornecem, assim, uma geografia da estrutura da rede urbana, dado que constituem um instrumento de realização das interações espaciais entre as cidades, sobretudo no que diz respeito às funções de alto nível (gestão de empresas, sede de companhias, prestadores de serviços avançados, representantes do aparelho de Estado etc.).

Dessa forma, dada a relação dos fluxos aéreos com a rede urbana, o presente trabalho, além de realizar uma análise de um aspecto da realidade brasileira, também cumpre a função de servir de insumo para a próxima edição da pesquisa Regiões de Influência das Cidades, auxiliando a mostrar como a rede urbana se estrutura e operacionaliza as conexões entre cidades.

---

# Notas técnicas

## Bases de dados e metodologia

O presente trabalho utiliza uma dupla base de dados. Primeiramente, a partir das informações presentes no *Anuário do transporte aéreo 2010*, da Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, foi composta uma matriz de ligações origem-destino do transporte aéreo entre 135 cidades brasileiras com aeroportos entre si, para o ano de 2010. Essa informação ficou restrita ao território nacional e aos voos regulares registrados na ANAC, que estão decompostos em transporte de passageiros e carga. Uma vez que as viagens de ida e volta são habituais, resultando em uma significativa simetria dos volumes de fluxo e contrafluxo entre os pares de cidades, os dados estão agregados por par de ligação, não importando sua direção. Cabe salientar, entretanto, que essa simetriação não foi considerada na análise das ligações principais, que necessita usar o maior fluxo de saída de cada cidade.

Os dados também foram agregados por Área de Concentração de População (ACP), conforme definidas por Castello Branco (2006), ou, quando não aplicáveis, por município. O valor das ligações foi somado no caso de o município ou área de concentração de população possuir mais de um aeroporto (com exceção da ligação Pelotas-Rio Grande (RS), em virtude de seus aeroportos estarem contabilizados de maneira individual no Anuário da ANAC).

A matriz é composta por 877 pares de ligações, perfazendo um total de 71 750 986 de passageiros transportados e mais 434 mil toneladas de carga. Os dados dizem respeito ao trecho percorrido, registrando mais uma ligação no caso de haver conexões no transporte de

passageiro ou uso de *hubs* de carga no transporte de mercadorias. Dessa maneira, para uma viagem com origem em Vitória e destino em Cuiabá com uma conexão em Brasília, por exemplo, serão contadas duas ligações: uma Vitória-Brasília e outra Brasília-Cuiabá.

Também foram levados em conta os dados históricos disponibilizados *on-line* pela ANAC desde 1972. Nesse caso, foram observados o ano inicial e mais dois anos por década, de forma a dar conta da evolução do transporte aéreo em 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000 e 2005.

Somente foram levados em consideração os voos domésticos porque os dados de ligações internacionais estão agregados por país de procedência ou de destino, sendo de pouca utilidade para a avaliação da rede urbana e de cidades individuais. Entretanto, o trecho doméstico realizado em conexão pelo passageiro ou transporte de carga internacional estará contido na presente matriz de ligações<sup>1</sup>.

Esses fatos são desvantagens inerentes à base de dados utilizada, já que a substituição de uma ligação direta entre duas cidades por duas ou três conexões pode refletir mais as estratégias de mercado das operadoras de transporte aéreo ou feições do setor de aviação comercial do que processos sociais de estruturação urbana, como notado por Derudder e Witlox (2005). Na prática, os centros que possuem a função de *hub* da aviação, realizando a redistribuição de passageiros e/ou carga, são superdimensionados pela quantidade de ligações aéreas que apresentam.

Essas desvantagens, entretanto, não desqualificam o dado. Mesmo que um *hub* da aviação, servindo de ligação entre várias origens e destinos não esteja diretamente relacionado ao processo de urbanização, o volume de produtos e serviços que engendra tem potencial de exercer um forte impacto sobre as áreas urbanas adjacentes, o que o torna não desprezível do ponto de vista da centralidade (CATTAN, 1995; O'KELLY, 1998). Além disso, tal área pode servir como um fator de atração no momento da escolha de localização de negócios que utilizem significativamente o transporte aéreo.

O conceito de rede geográfica, tal como descrito por Corrêa (1997), enquanto um conjunto de localizações sobre a superfície terrestre articulado por vias e fluxos, é uma ferramenta relevante de análise, por descrever a própria forma com que o fenômeno investigado se configura espacialmente. Uma das abordagens mais consolidadas para interpretar os padrões de interconexão desta natureza são as metodologias baseadas na Teoria dos Grafos, abordando as propriedades topológicas de ligações entre elementos puntiformes – no caso presente, as cidades brasileiras. A rede de transporte aéreo é uma das manifestações da rede urbana, um de seus aspectos indissociáveis, que operacionaliza as ligações entre os centros. Dessa maneira, cabe a utilização de conceitos provenientes das metodologias baseadas em grafos para descrever sua estrutura, que quantifiquem e permitam a identificação das associações mais intensas entre as cidades. Entre as diversas ligações partindo e chegando de uma cidade, a noção de ligação dominante, seu fluxo de maior valor, é a que permite definir o arcabouço da rede urbana e a hierarquia entre as cidades (NYSTUEN; DACEY, 1961).

<sup>1</sup> A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO disponibiliza dados sobre a movimentação internacional de passageiros e carga, que mostram, inclusive, um aumento significativo desde 2003, porém, por não apresentar informações quanto a sua origem e destino, apenas os totais por aeroporto, eles não foram utilizados no presente estudo. Para informações complementares, consultar: ESTATÍSTICAS dos aeroportos. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - Infraero, [2013]. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatistica-dos-aeroportos.html>>. Acesso em: abr. 2012.

Assim, uma cidade é considerada independente se seu fluxo dominante de saída for direcionado a uma cidade menor e é considerada subordinada se este se fizer rumo a uma cidade maior. O tamanho foi definido pelo total da movimentação de passageiros e carga em cada cidade. Vale a noção de transitividade, isto é, um encadeamento de subordinações onde, se a cidade “C” for subordinada à cidade “B”, e esta última, à cidade “A”, então “C” também será considerada como subordinada à “A”. Por fim, nenhuma cidade pode ser subordinada a um centro que já lhe é subordinado (RABINO; OCCELLI, 1997).

Os fluxos dominantes definem os níveis hierárquicos. As cidades independentes constituem o primeiro nível, as cabeças de rede. Aquelas que lhes são diretamente subordinadas são o segundo nível. Aquelas que enviam seu fluxo dominante para estas últimas são o terceiro, e assim sucessivamente. Cabe salientar que a classificação de duas cidades em um mesmo nível hierárquico não implica que elas possuam similaridades demográficas ou funcionais, mas apenas que, topologicamente, se encontram na mesma posição no conjunto de ligações da rede especificamente tratada.

Para diminuir a limitação dos dados oficiais, que prioriza seções das viagens aéreas mais do que os reais pares de origem e destino, utilizou-se a metodologia de Zook e Brunn (2005). Serão focados dois aspectos dos mais influentes quanto a qualquer discussão a respeito do setor de transporte aéreo: o custo e o tempo dos deslocamentos.

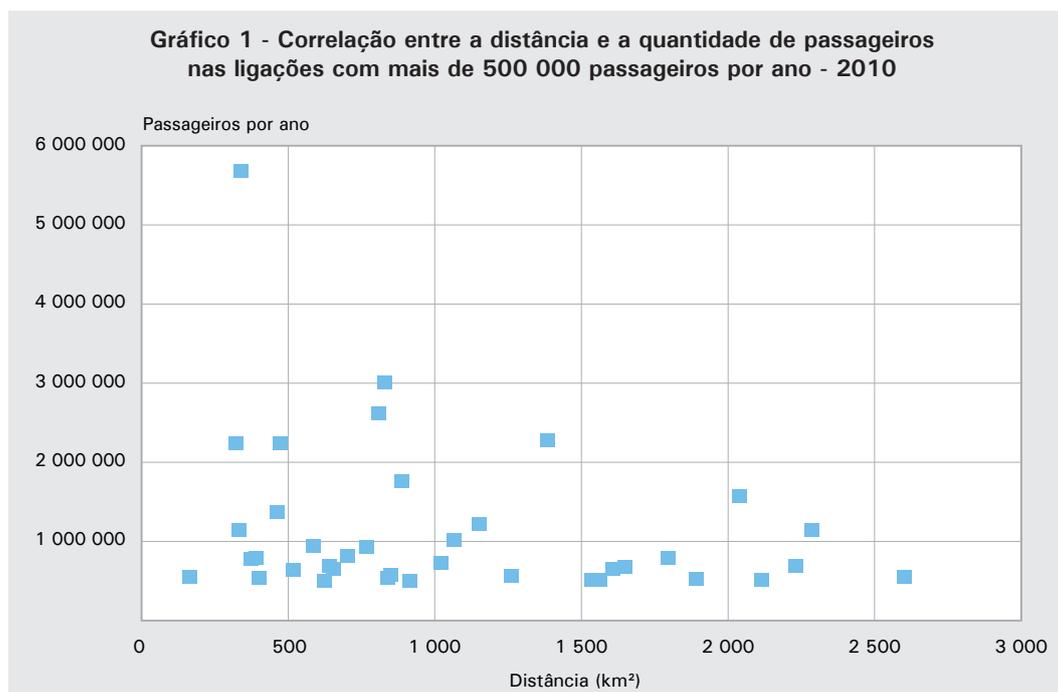
Com o objetivo de avaliar a acessibilidade das cidades brasileiras através do transporte aéreo de passageiros em termos de custo monetário e de tempo das viagens, foi confeccionada uma segunda base de dados, compreendendo uma matriz que contém as 135 cidades com aeroportos como origem das viagens e as 23 capitais mais populosas, bem como Campinas (SP), como destino. Os dados foram levantados, ligação a ligação, utilizando-se o serviço de reservas de voos *on-line* Decolar.com durante o mês de outubro de 2011, selecionando-se a ligação aérea de menor preço e menor tempo (as duas não necessariamente no mesmo voo). Buscou-se sempre a viagem apenas de ida, de um adulto, desconsiderando-se o horário e os itinerários intermediários, como conexões. Por causa disso, o tempo das viagens de uma origem a um destino já incorpora o quanto foi gasto em esperas na conexão entre voos, bem como sua própria duração. Optou-se por consultar os voos programados para sete meses a partir do dia do início da pesquisa, em uma data de meio da semana, dia 15 de maio de 2012, terça-feira. Esse procedimento visava padronizar o máximo possível o custo das viagens, diminuindo o efeito da flutuação de preços a curto prazo a que este mercado está submetido (período de férias, feriados, promoções, aumento de demanda nos fins de semana etc.).

A pesquisa de voos via *web* tem suas limitações, uma vez que nem todos os aeroportos retornaram voos planejados para o dia selecionado. Quando isso aconteceu, realizou-se uma busca para os dias adjacentes, para verificar se em alguma cidade havia voos semanais programados para outros dias da semana além do pesquisado. Para os aeroportos que retornaram apenas voos parciais em relação às cidades pesquisadas, estabeleceu-se o critério de corte de  $\frac{1}{3}$  do total de ligações possíveis: menor que este patamar, a cidade foi considerada como “sem informação”. Os aeroportos que não retornaram resultados foram, assim, 59. Concentram-se, sobretudo, no Amazonas e no Pará e são, via de regra, aeroportos para aviões de pequeno porte e com pouca presença de voos regulares.

Em seguida, foi realizada uma tipologia das cidades brasileiras baseada na média do custo e do tempo de viagem a partir das origens, classificadas em quintis: o primeiro quintil representando os centros mais baratos e rápidos, até o quinto, correspondente às cidades mais caras e demoradas para se iniciar uma viagem. Como parte dos custos das linhas aéreas são fixos e fortemente associados à distância percorrida (como o gasto de combustível, por exemplo), procedeu-se a uma normalização das médias pela distância, considerada em linha reta entre cada par de cidade da matriz.

## Modelo gravitacional

A observação da matriz de ligações aéreas reforça a percepção de que há uma relativa simetria entre os fluxos e seus contrafluxos e que essa interação entre as cidades é forte nas áreas de maior densidade demográfica – quanto mais populosa uma cidade, maior probabilidade terá de gerar tráfego de saída e entrada – e de maior proximidade entre si. Com efeito, ao relacionar a distância entre as cidades e o número de passageiros observados, nota-se uma correlação negativa, embora bastante imperfeita, notadamente nas cidades com maior quantidade de voos (Gráfico 1).



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Esse fato levou à aplicação de um modelo gravitacional, de longa tradição na Geografia, de maneira a poder estimar o fluxo teórico entre duas aglomerações urbanas, comparando-o com os valores das ligações aéreas observados. Pode-se, com este método, avaliar quais são os pares de ligações cuja interação ocorre conforme o esperado, “naturalmente” segundo seu peso demográfico, se há alguma barreira diminuindo o potencial de interação, ou se sua interconexão está acima do esperado por algum motivo.

O modelo, então, prevê que a interação entre duas aglomerações será diretamente proporcional ao produto de suas massas, definidas de acordo com a natureza do fluxo, e inversamente proporcional a suas distâncias, de acordo com a fórmula (FOTHERINGHAM; BRUNDSON; CHARLTON, 2000; PUMAIN; SAINT-JULIEN, 2001):

$$F_{ij} = k \frac{(P_i P_j)^{b1}}{(D_{ij})^{b2}}$$

Onde:

$F_{ij}$  é o fluxo a ser estimado entre as cidades  $i$  e  $j$ ;

$P$  é a população;

$D$  é a distância entre estes centros urbanos;

$k$  é um fator de escala para estabelecer uma relação comparável entre o valor do fluxo e o das massas;

$b1$  representa o poder de atração das massas; e

$b2$  representa a fricção da distância.

No caso do transporte de passageiros, assumiu-se, quando possível, como massa a população das áreas de concentração de população onde o aeroporto se localizava, quando aplicável, de maneira a levar em consideração a aglomeração urbana real independentemente das divisões políticas municipais. Fora das áreas de concentração de população, foi utilizada a população do município. Para o transporte de carga, atribuiu-se à massa o Produto Interno Bruto - PIB municipal ou da área de concentração de população.

Para a estimação dos parâmetros, foi realizada uma regressão linear com auxílio do sistema estatístico SAS, usando o fluxo de passageiros observado como variável dependente e o produto das massas ( $P_i P_j$ ) e a distância  $D_{ij}$  como variáveis independentes. O parâmetro  $k$  é o intercepto do eixo  $y$  (o valor da variável dependente quando as independentes são zero) e as potências  $b1$  e  $b2$  são dadas pelos coeficientes da equação da reta da regressão.

Uma vez que a distribuição de população e renda é muito desigual no território e ocorrem valores extremos, tanto no transporte aéreo de passageiros como no de carga, foi feita a transformação dos valores para a escala logarítmica, a fim de estimar não os fluxos em si, mas sua intensidade relativa.

Para aumentar a adequação do modelo gravitacional com o comportamento real dos fluxos aéreos, aplicou-se o algoritmo de Jenks<sup>2</sup> na distribuição dos dados de passageiros e carga, removendo a primeira classe. As ligações de pequeno valor, mais sujeitas a flutuações fortuitas na dinâmica da interação espacial, são, por essa razão, mais imprevisíveis. No quesito passageiros, foram retiradas as ligações com menos de 20 313 passageiros para o ano de 2010, enquanto no quesito carga, foram removidas as ligações com uma movimentação menor que 226 160 kg no ano.

<sup>2</sup> O algoritmo de otimização de Jenks é uma forma de classificação de uma distribuição de dados que identifica as quebras naturais no seu ordenamento, agrupando os valores mais próximos de si em uma mesma classe, ao mesmo tempo que maximiza as diferenças entre elas.

---

## Análise dos fluxos aéreos de passageiros e carga

A distribuição espacial da movimentação dos passageiros por aeroporto em 2010 mostra uma forte dissimetria entre as cidades, similar às diferenças demográficas e de hierarquia (Tabela 1). Com efeito, em uma análise bivariada entre a distribuição da população e a de passageiros, obteve-se um coeficiente R-quadrado de 0,93, significando uma altíssima correlação entre as duas variáveis. A posição hierárquica de uma cidade também influencia sua propensão a gerar tráfego aéreo tendo, *grosso modo*, uma correlação também positiva.

Não é, portanto, surpreendente o fato de que os fluxos aéreos apresentem uma estrutura altamente polarizada, muito embora estejam presentes em escala nacional. Do total das conexões aéreas verificadas no País em 2010, compondo um total de 877 pares de ligações origem-destino entre cidades, praticamente 50% do tráfego de passageiros se concentrava em somente 24 pares. A ligação das seis metrópoles mais populosas do País com São Paulo era responsável por mais de 25% do total de passageiros transportados, conforme apresentado na Tabela 2.

O transporte de carga por via aérea é ainda mais concentrado, em virtude dos custos elevados, com mais da metade do tráfego situado em apenas 10 pares de ligações. Somente a ligação São Paulo–Manaus abarcava mais de 20% do total da carga transportada em 2010 (Tabela 3).

**Tabela 1 - Movimento aéreo total, segundo os municípios de maior movimento - 2009-2010**

Municípios de maior movimento	Movimento aéreo total				
	Passageiros	Carga (kg)	População em 2010	PIB 2009 (1 000 R\$)	Hierarquia urbana
São Paulo	26 848 944	201 132 886	11 253 503	389 317 167	Grande Metrópole Nacional
Rio de Janeiro	14 467 527	37 296 620	6 320 446	175 739 349	Metrópole Nacional
Brasília	12 340 576	81 252 247	2 570 160	131 487 268	Metrópole Nacional
Salvador	6 391 352	39 475 055	2 675 656	32 824 229	Metrópole
Belo Horizonte	5 847 509	13 329 341	2 375 151	44 595 205	Metrópole
Porto Alegre	5 216 372	16 642 656	1 409 351	37 787 913	Metrópole
Recife	4 791 872	26 282 028	1 537 704	24 835 340	Metrópole
Curitiba	4 791 018	10 802 168	1 751 907	45 762 418	Metrópole
Fortaleza	3 858 424	33 673 910	2 452 185	31 789 186	Metrópole
Campinas	3 118 673	15 866 100	1 080 113	31 654 719	Capital Regional A
Vitória	2 220 272	5 668 942	327 801	19 782 628	Capital Regional A
Manaus	2 171 153	103 488 125	1 802 014	40 486 107	Metrópole
Belém	2 145 670	15 975 225	1 393 399	16 526 989	Metrópole
Florianópolis	1 956 563	4 651 834	421 240	8 287 890	Capital Regional A
Natal	1 751 132	4 737 472	803 739	10 369 581	Capital Regional A
Cuiabá	1 624 820	7 531 848	551 098	9 816 819	Capital Regional A
Goiânia	1 615 554	5 056 305	1 302 001	21 386 530	Metrópole
Maceió	1 080 537	2 596 116	932 748	10 264 218	Capital Regional A
Campo Grande	1 008 430	2 363 516	786 797	11 645 484	Capital Regional A

Fontes: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013; Regiões de influência das cidades 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/regioes\\_de\\_influencia\\_das\\_cidades/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/regioes_de_influencia_das_cidades/)>. Acesso em: abr. 2013; Produto interno bruto dos municípios 2005-2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. (Contas nacionais, n. 36). Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005\\_2009/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005_2009/default.shtm)>. Acesso em: abr. 2013; e Sinopse do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default\\_sinopse.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default_sinopse.shtm)>. Acesso em: abr. 2013.

**Tabela 2 - Movimento aéreo de passageiros, segundo os municípios que correspondem aos 50% maiores pares de ligação - 2010**

Municípios que correspondem aos 50% maiores pares de ligação	Movimento aéreo de passageiros	
	Passageiros	Percentual acumulado de passageiros (%)
São Paulo - Rio de Janeiro	5 680 873	7,9
São Paulo - Brasília	3 006 422	12,1
São Paulo - Porto Alegre	2 619 204	15,8
São Paulo - Salvador	2 270 250	18,9
São Paulo - Belo Horizonte	2 239 153	22,0
São Paulo - Curitiba	2 236 264	25,2
Rio de Janeiro - Brasília	1 760 321	27,6
São Paulo - Recife	1 574 592	29,8
São Paulo - Florianópolis	1 365 686	31,7
Rio de Janeiro - Salvador	1 224 394	33,4
Rio de Janeiro - Belo Horizonte	1 147 735	35,0
São Paulo - Fortaleza	1 141 440	36,6
Rio de Janeiro - Porto Alegre	1 018 711	38,0
Brasília - Belo Horizonte	941 428	39,3
São Paulo - Goiânia	930 819	40,6
São Paulo - Vitória	811 261	41,8
Rio de Janeiro - Recife	795 867	42,9
Rio de Janeiro - Vitória	787 633	44,0
Rio de Janeiro - Campinas	774 535	45,1
Brasília - Salvador	726 530	46,1
Rio de Janeiro - Curitiba	692 148	47,0
São Paulo - Natal	686 289	48,0
Brasília - Fortaleza	677 947	48,9
Salvador - Recife	650 344	49,8

Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

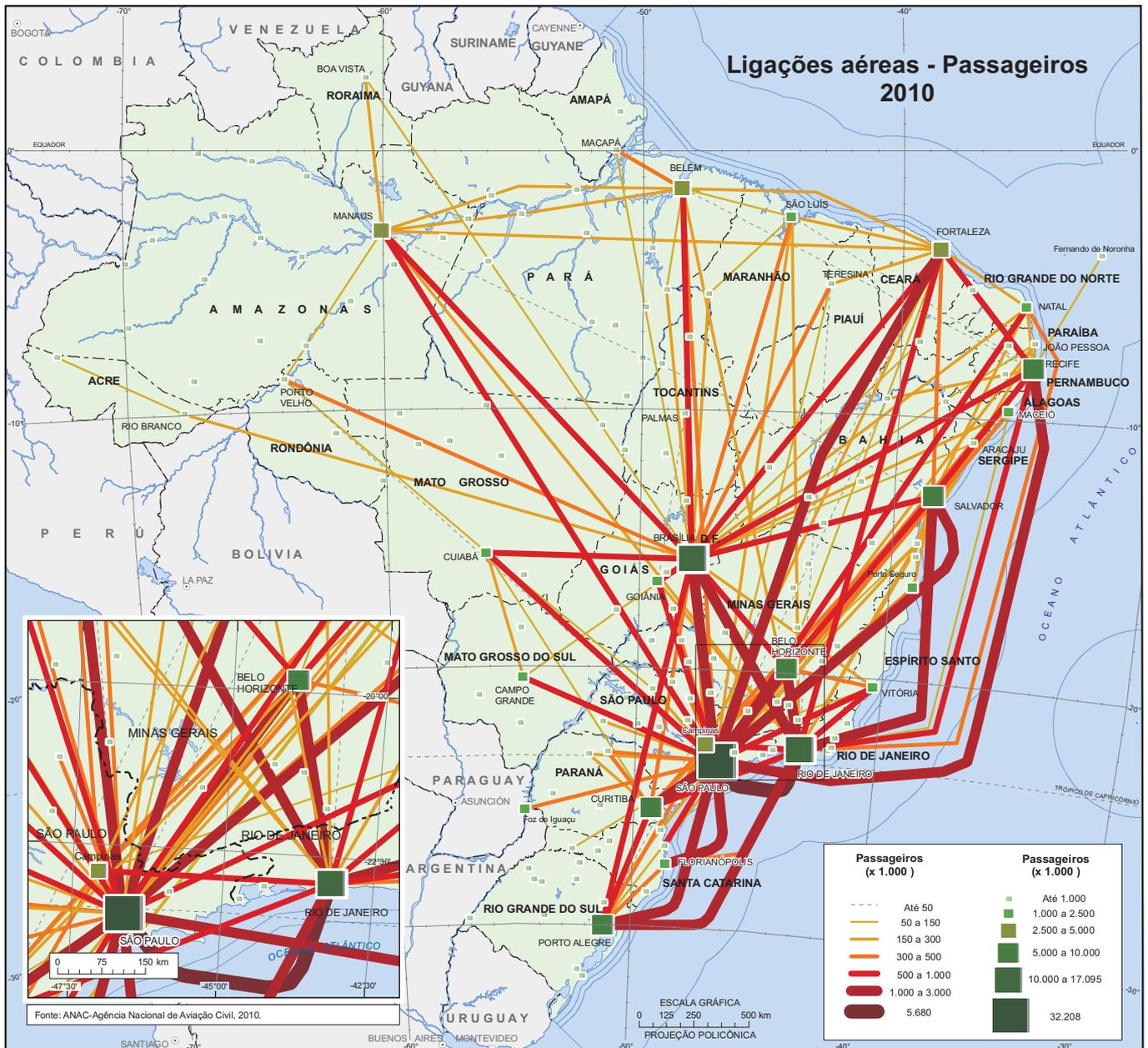
**Tabela 3 - Movimento aéreo de cargas, segundo os municípios que correspondem aos 50% maiores pares de ligação - 2010**

Municípios que correspondem aos 50% maiores pares de ligação	Movimento aéreo de cargas	
	Carga (1 000 Kg)	Percentual acumulado de cargas (%)
São Paulo - Manaus	99 344	22,8
São Paulo - Brasília	22 120	27,9
São Paulo - Fortaleza	21 492	32,9
São Paulo - Recife	17 085	36,8
São Paulo - Salvador	16 390	40,6
São Paulo - Porto Alegre	11 839	43,3
São Paulo - Rio de Janeiro	9 768	45,5
Brasília - Manaus	9 541	47,7
Recife - Fortaleza	7 557	49,5
São Paulo - Belo Horizonte	5 985	50,8

Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

O mapeamento das ligações aéreas, tanto de passageiros quanto de carga, mostra uma alta conectividade das cidades brasileiras entre si (Mapa 1). A existência de ligações diretas entre a maioria das cidades, a despeito da forte variação de intensidade dos fluxos, confere um padrão aparente caótico das conexões. Topologicamente, de qualquer cidade com aeroporto, é possível acessar a outra diretamente, pois são poucos os centros que necessitam de mais de um passo para possuir ligações com as demais cidades da rede. Esses centros pouco conectados são aqueles com baixa movimentação de passageiros e estão concentrados principalmente na Região Norte.

Mapa 1 - Ligações aéreas de passageiros - 2010



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Um outro padrão que pode ser notado é o da continuidade da forma da rede de interconexões aéreas, que não apresenta grandes rupturas ao longo das décadas, notadamente a partir dos anos 1990. Isso é exatamente um reflexo do fato de as formas espaciais tenderem a se reproduzir no tempo, conferindo uma grande estabilidade evolutiva à rede urbana.

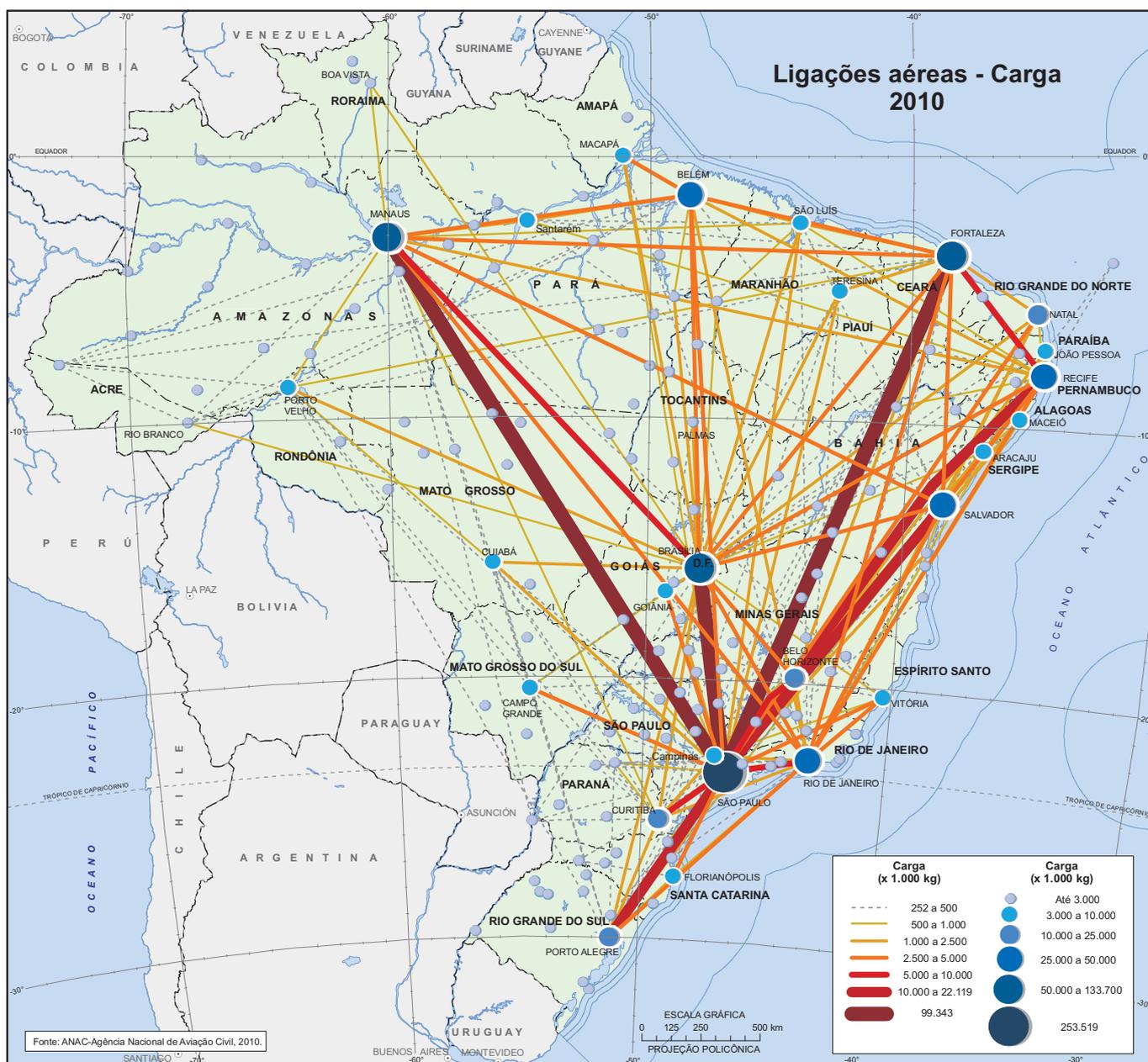
Apesar da alta interconectividade a princípio, a prática da atividade da aviação visando a racionalidade econômica cria vias preferenciais, localizando seus equipamentos e centros operacionais em *hubs* em escala nacional. Nesse sentido, Brasília e São Paulo se destacam pelo alto número de ligações com o conjunto da rede. São Paulo é o grande concentrador dos fluxos em escala nacional, tendo ligações diretas com praticamente todas as cidades da rede, além de localizar historicamente funções econômicas de alto nível – serviços sofisticados, sedes de grandes companhias, indústria avançada, parte significativa do mercado financeiro do País etc. – e de possuir uma população de mais de 20 milhões de pessoas em sua área metropolitana. Brasília, por sua vez, além de ter uma posição mais central no território, tendo assim facilidade de acesso físico a todas as regiões, agrega a sede do poder público federal.

A arquitetura de distribuição das ligações de passageiros também reforça a percepção clássica de que as ligações se fazem em função do tamanho populacional das cidades e de suas distâncias, já que são as capitais as maiores geradoras de fluxo. Nesse sentido, mantém-se como ligação principal de toda a rede o par São Paulo–Rio de Janeiro, representando as metrópoles de maior população e em relativa proximidade.

A matriz de ligações de transporte de carga apresenta algumas particularidades, chamando a atenção o fato de a ligação de maior volume, bem acima do dobro da segunda maior, ser o par São Paulo–Manaus (Mapa 2). Isso se deve à presença da Zona Franca de Manaus, que tem nas empresas sediadas em São Paulo seu ponto de comando preferencial, assim como é seu principal mercado consumidor. Percebe-se a hegemonia econômica que a metrópole paulista exerce ao ser a principal origem e destino das maiores ligações de transporte aéreo de carga. Comparando com o transporte de passageiros, o Rio de Janeiro possui uma posição bem mais secundária na rede, registrando um volume de carga inferior aos volumes de Manaus, Brasília e Salvador.

A aplicação da técnica dos fluxos principais indica, seguramente, que São Paulo é o grande centro independente no transporte de passageiros, subordinando praticamente o total das cidades que possuem aeroporto, quer direta ou indiretamente (Mapa 3). As ligações aéreas formam, portanto, um sistema integrado único, já que seus fluxos tendem a se direcionar para a cabeça da rede em uma estrutura arbórea clássica. A exceção é a cidade de Gurupi (TO), o único centro de nível 1 ao lado de São Paulo. Isso, porém, se deve apenas ao fato de sua ligação principal ser com uma cidade menor, São Félix do Araguaia (MT), compondo uma rede isolada junto com a cidade de Confresa (MT). Esse fato é interpretado, entretanto, como uma mera flutuação aleatória de pequenos números, sem grande significância para a rede urbana nacional. Outros exemplos de ligações dominantes inesperadas são Tartarugalzinho (AP)–São José do Rio Preto (SP) e Parauapebas (PA)–Belo Horizonte (MG), esta última relacionada com a estrutura interna da Companhia Vale do Rio Doce.

Mapa 2 - Ligações aéreas de carga - 2010

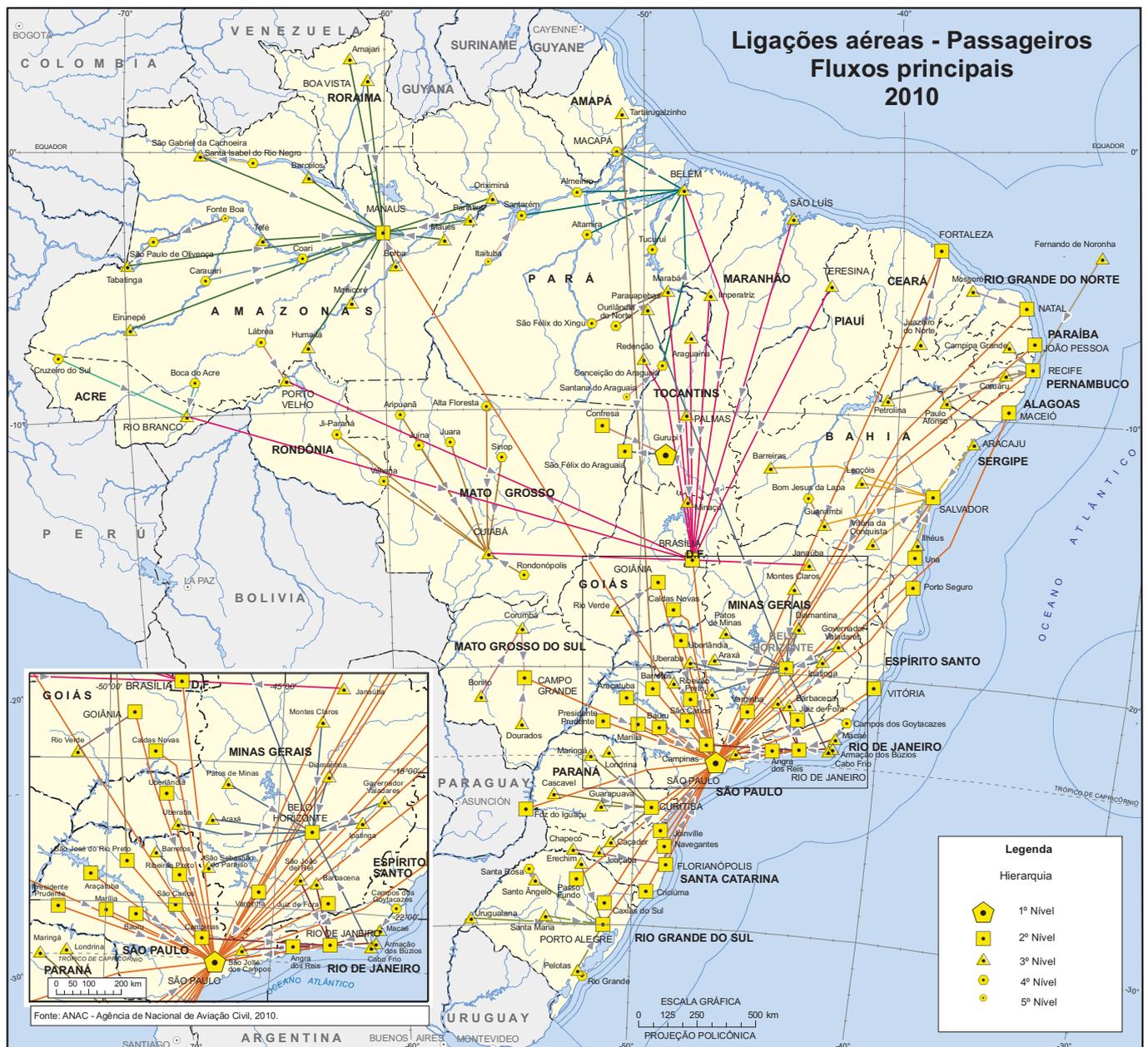


Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

As sub-redes encabeçadas pelas capitais são caracterizadas pelo caráter intraestadual, com algumas exceções. Brasília é a cidade com a sub-rede mais complexa, subordinando a maior parte da Região Norte, mas também a própria Região Centro-Oeste e algumas capitais da Região Nordeste, reforçando seu papel como *hub* secundário da aviação. A rede liderada por Manaus constitui a exceção, pois subordina-se diretamente a São Paulo, o que se deve à natureza das relações econômicas da Zona Franca com o parque industrial da Região Sudeste.

Quando comparada a um quadro anterior (MOTTA; OLIVEIRA, 2007), verifica-se o aumento da centralidade de Brasília, pois a sub-rede de Belém, anteriormente um centro independente, passou a subordinar-se a ela. Belém perde um pouco de sua centralidade no que se refere ao transporte de passageiros, uma vez que as cidades mineradoras do sudeste paraense ligam-se preferencialmente à Brasília e não à própria capital do estado.

**Mapa 3 - Ligações aéreas de passageiros, segundo os fluxos principais - 2010**



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Como a rede urbana brasileira é muito interligada, restringir-se aos fluxos principais implica uma forte perda de informação. Dessa maneira, os fluxos secundários e terciários também serão verificados.

Nos fluxos secundários de passageiros (o segundo maior fluxo da cidade “A” para a cidade “B”), é possível perceber que São Paulo passa a compartilhar o número de ligações com outros centros, sendo notável o aumento de importância do Rio de Janeiro (Mapa 4). Esta cidade passa a se caracterizar como o núcleo secundário por excelência na rede urbana brasileira, perdendo sua primazia dos períodos historicamente precedentes. Chama a atenção também o papel de Belém, que passa a capturar o tráfego proveniente da atividade mineradora do sudeste paraense. Brasília continua a manter uma importância relativa, sendo o destino secundário de São Paulo e outras cidades das Regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste.

Mapa 4 - Ligações aéreas de passageiros, segundo os fluxos secundários - 2010

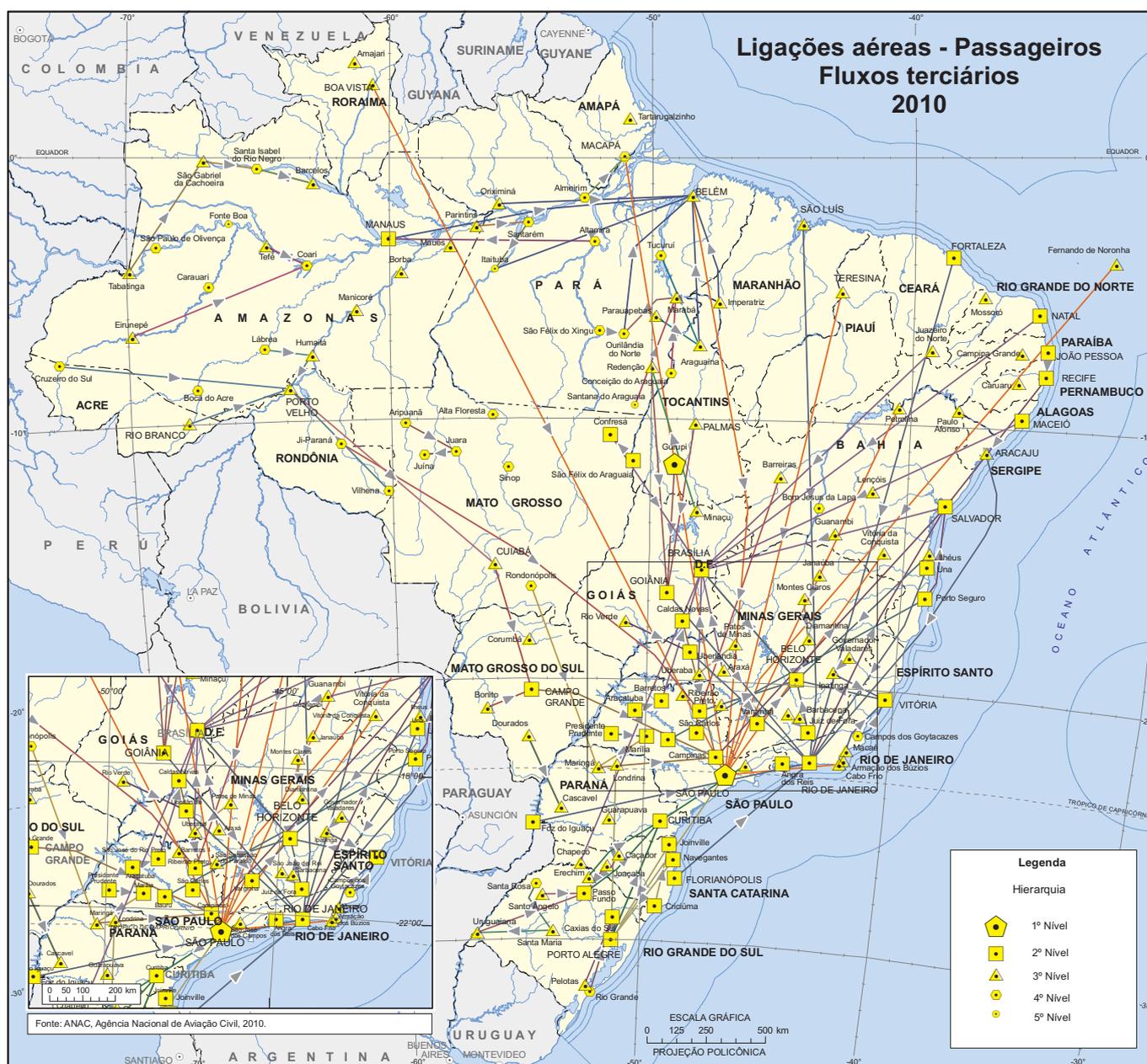


Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Os fluxos terciários do transporte aéreo de passageiros se caracterizam pela aparência mais caótica das ligações, com uma menor centralização em poucas cidades (Mapa 5).

As ligações dominantes do quesito carga mostram uma maior centralização das sub-redes estaduais em São Paulo, com Brasília perdendo o papel de subordinador de parte das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Mapa 6). Por outro lado, é maior o número de cidades independentes, fruto da maior complexidade das relações econômicas. Salienta-se, contudo, que o volume transportado pelas redes independentes possui uma ordem de grandeza bem inferior à encabeçada por São Paulo.

**Mapa 5 - Ligações aéreas de passageiros, segundo os fluxos terciários - 2010**

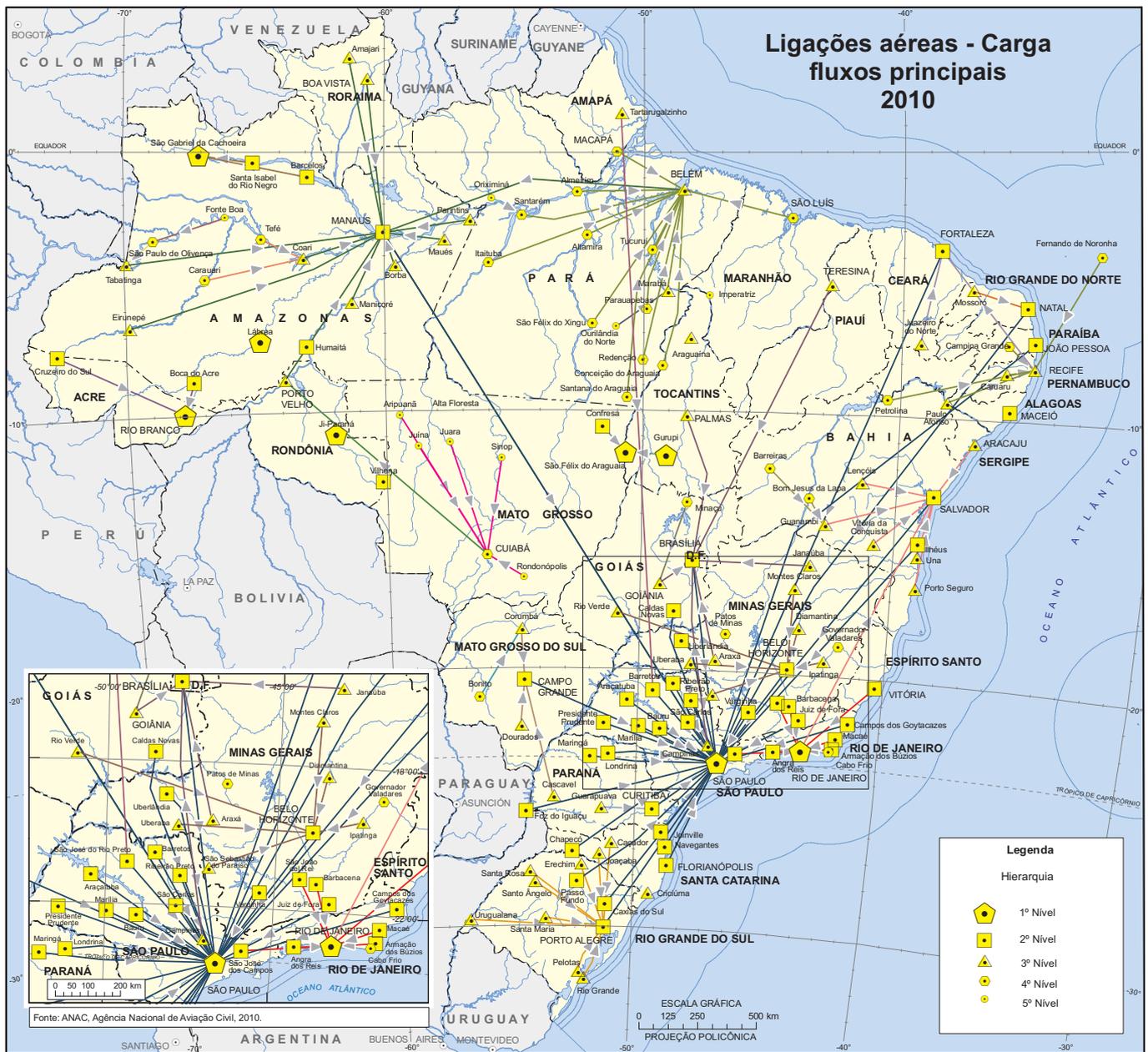


Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

O Rio de Janeiro envia seu fluxo principal a Salvador e não a São Paulo, uma vez que o custo do transporte aéreo associado à relativa proximidade daquelas duas metrópoles faz com que o transporte rodoviário seja uma opção mais viável para o deslocamento de mercadorias. O mesmo motivo faz cair a hierarquia de Campinas (SP), que passa a se ligar a Brasília e não diretamente a São Paulo.

Uma outra feição geográfica notável é a Região Norte se caracterizar pela presença de diversos centros independentes, formando pequenas redes isoladas. O maior número de cidades de alto nível hierárquico, entretanto, não conduz a uma maior complexidade da rede urbana, pois elas não conseguem, nem de longe, concorrer com a centralidade de São Paulo. Elas formam apenas pequenas redes de baixa complexidade – possivelmente mais ligadas à logística e às necessidades operacionais do transporte de carga do que a processos econômicos espaciais de maior escala.

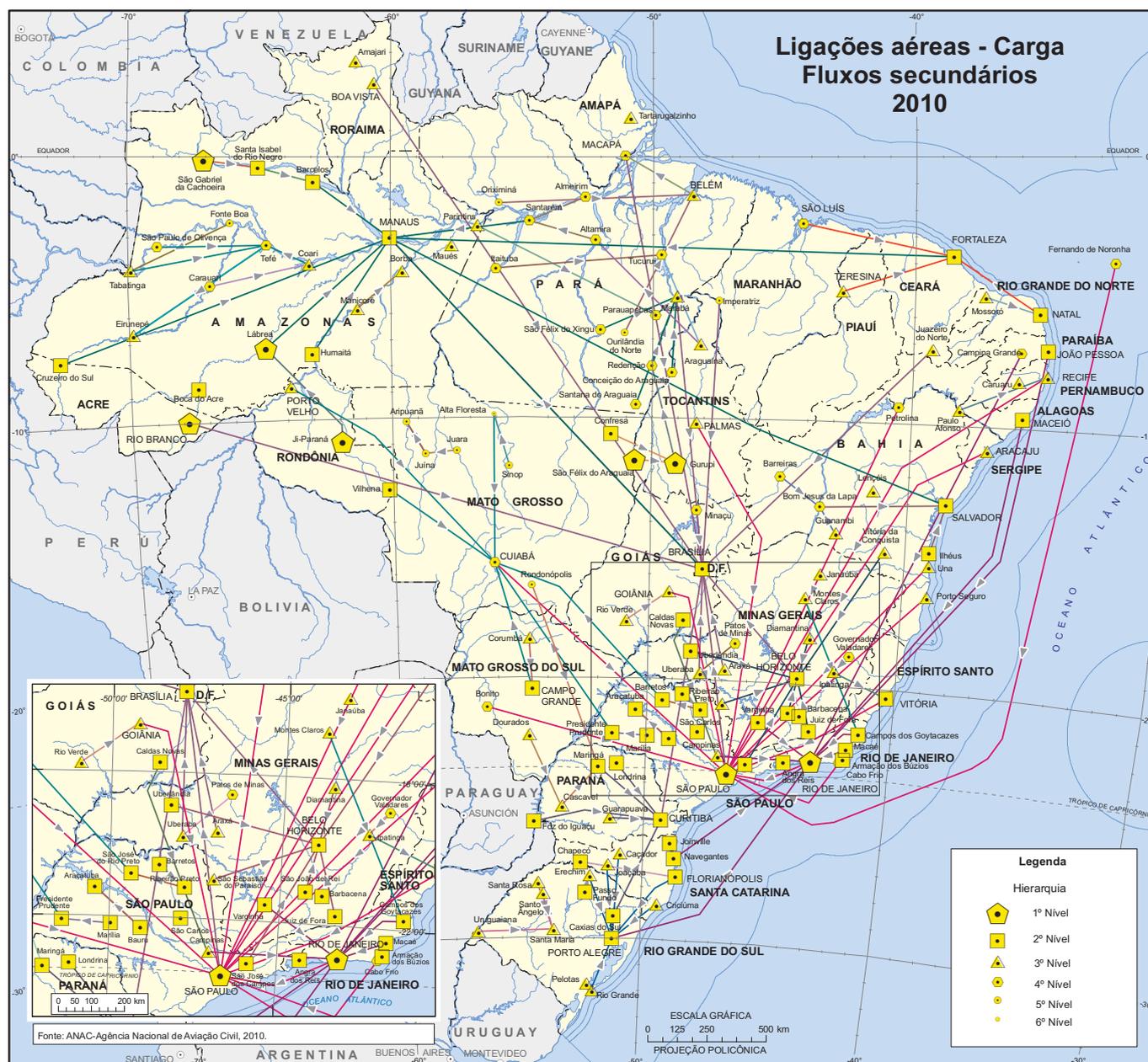
Mapa 6 - Ligações aéreas de carga, segundo os fluxos principais - 2010



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Os fluxos secundários e terciários de carga assim como os de passageiros se caracterizam por uma aparência também mais caótica, porque, nos fluxos de menor importância, a centralização espacial tem um peso menor (Mapas 7 e 8). Mas, mesmo assim, percebe-se que várias capitais, como Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Manaus, Brasília e até São Paulo são o destino de um grande número de ligações, dada a atração de suas economias locais.

**Mapa 7 - Ligações aéreas de carga, segundo os fluxos secundários - 2010**



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

### Evolução histórica

Na evolução das ligações históricas (Mapas 9 a 24), nota-se um quadro geral de estabilidade das relações, com concentração de fluxos na Região Sudeste, progressivamente aumentando seus volumes em direção à Região Sul e às capitais nordestinas. A permanência da geografia de distribuição dos fluxos é mais notória no transporte de carga, onde a relação de Manaus diretamente com o centro-sul chama a atenção, em virtude das necessidades das indústrias lá localizadas a partir de 1967, com a criação da Zona Franca. Contudo, importantes modificações são observadas. Primeiramente, nos anos iniciais pesquisados, há uma desproporcional concentração do fluxo de passageiros na ponte aérea Rio–São Paulo, enquanto as conexões com as outras cidades são bem fracas. Esta situação muda a partir dos anos 1980, ganhando força na década seguinte com o progressivo aumento de acesso a esta modalidade de transporte.

Mapa 8 - Ligações aéreas de carga, segundo os fluxos terciários - 2010



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Há também um progressivo deslocamento da cabeça da rede, do Rio de Janeiro para São Paulo. Nota-se que, até 1985, a metrópole carioca constituía o grande *hub* da aviação nacional, polarizando boa parte do tráfego vindo de Brasília e Belo Horizonte. Essa tendência é mais facilmente observada no transporte de carga, onde a hegemonia econômica de São Paulo se fez sentir mais rapidamente. É nos anos 1980, também, que se percebe, principalmente nas ligações de carga, a grande mudança estrutural da rede urbana brasileira: o redirecionamento dos fluxos da Região Norte diretamente de Manaus e Porto Velho para o centro-sul, contornando a ligação através de Belém.

**Mapa 9 - Ligações aéreas de passageiros - 1972**



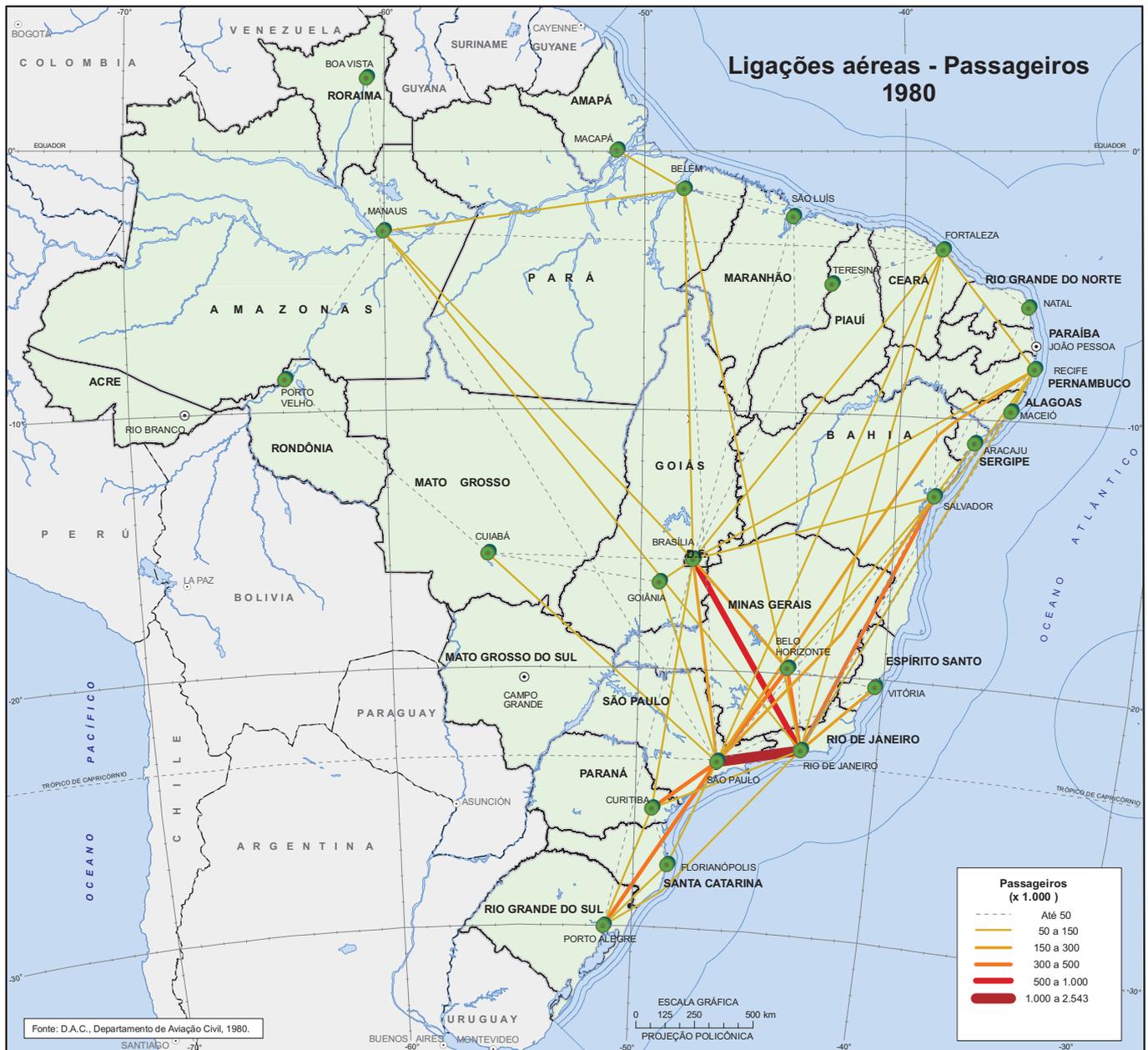
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1972. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1973]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 10 - Ligações aéreas de passageiros - 1975



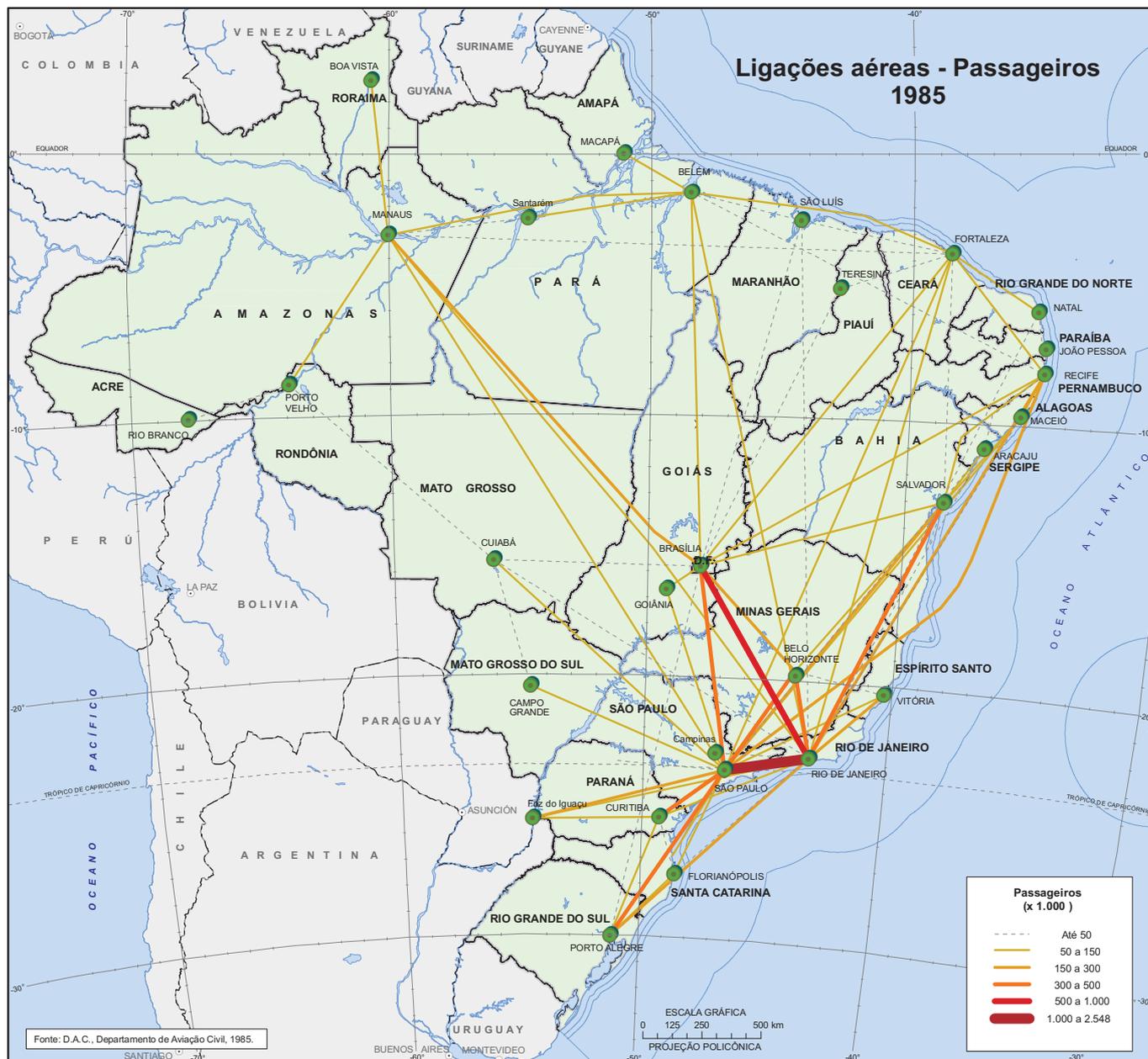
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1975. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1976]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

**Mapa 11 - Ligações aéreas de passageiros - 1980**



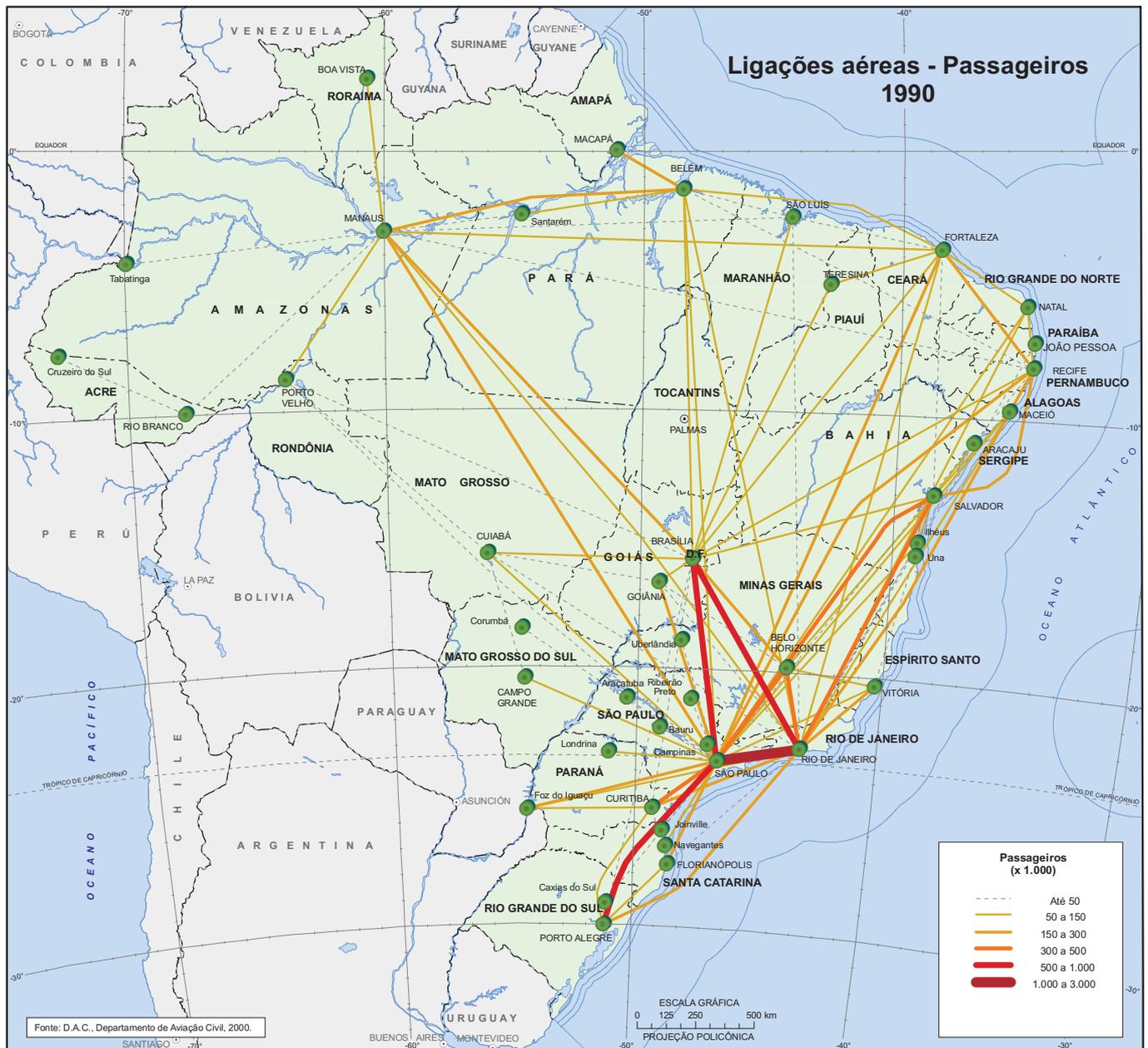
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1980. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1981]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 12 - Ligações aéreas de passageiros - 1985



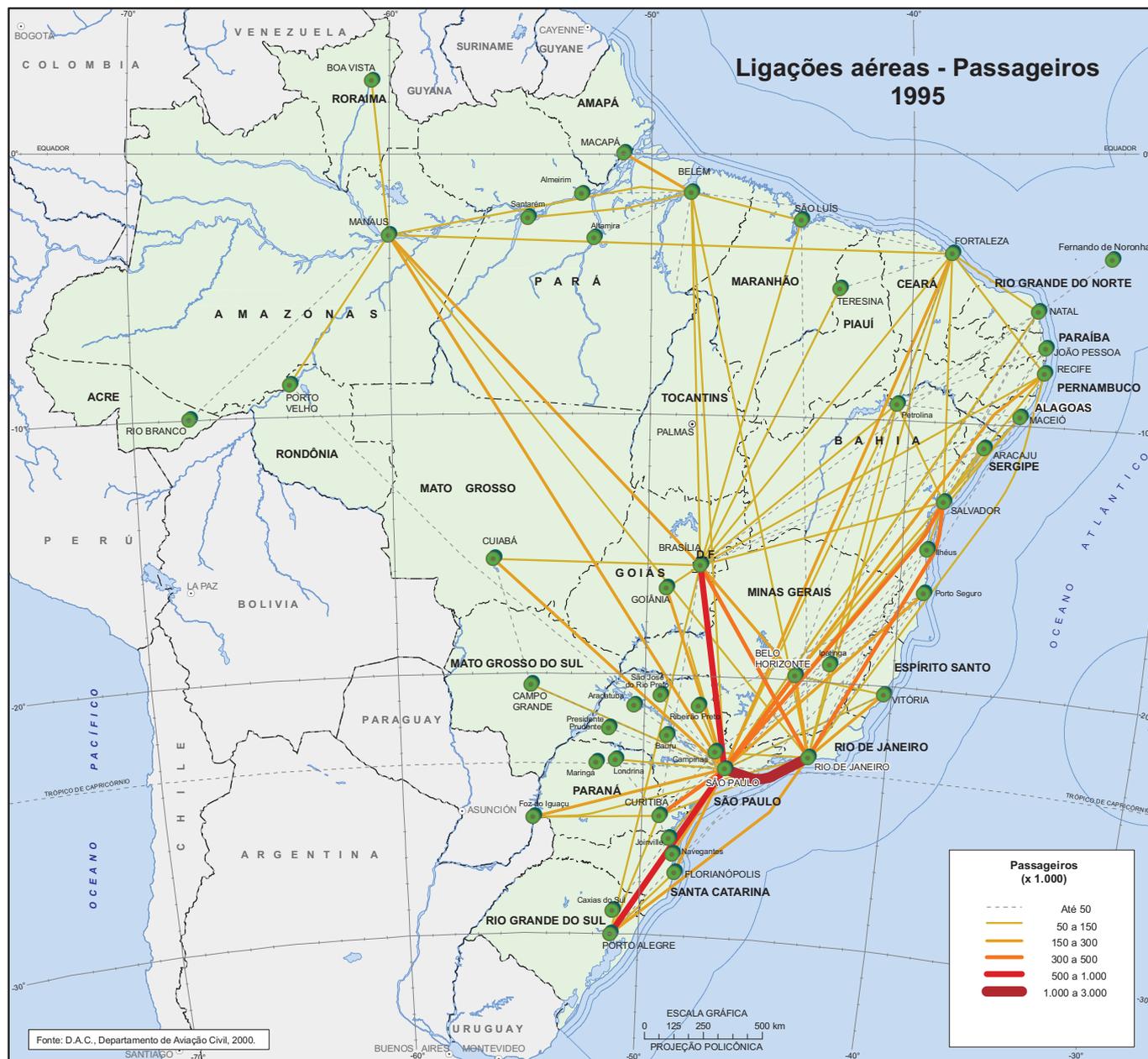
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1985. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1986]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

**Mapa 13 - Ligações aéreas de passageiros - 1990**



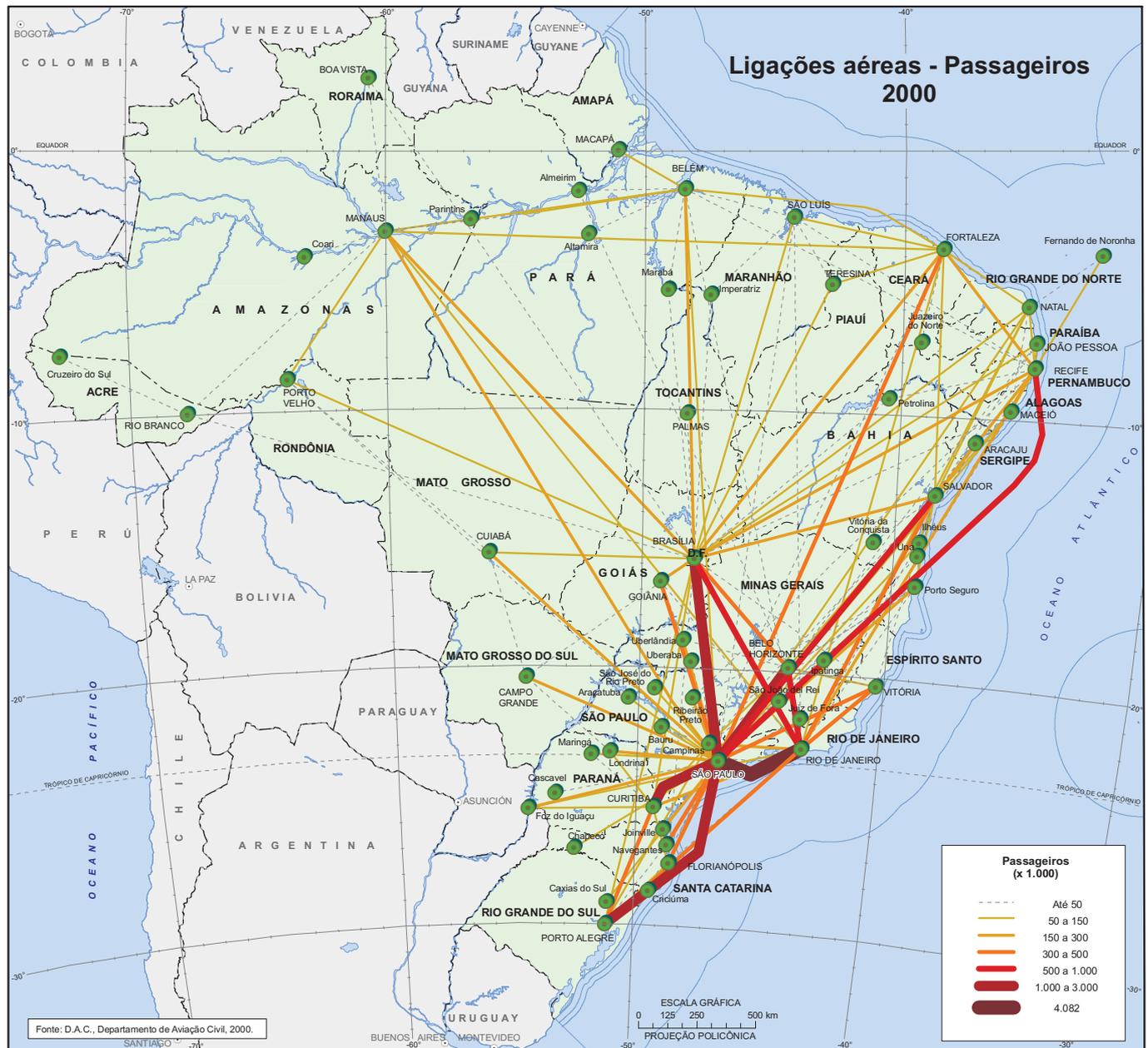
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1990. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1991]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 14 - Ligações aéreas de passageiros - 1995



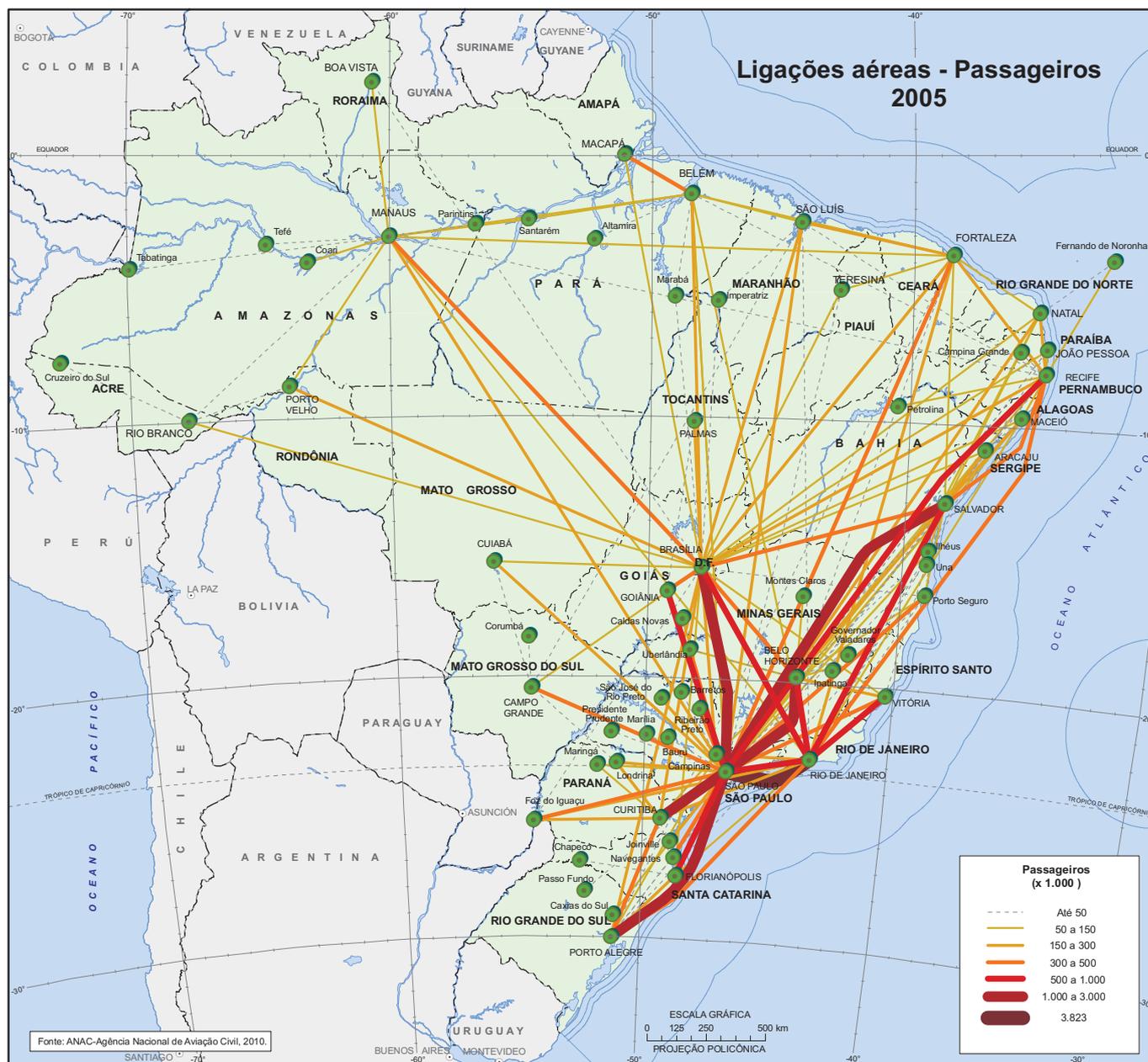
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1995. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1996]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 15 - Ligações aéreas de passageiros - 2000



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2000. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2001]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 16 - Ligações aéreas de passageiros - 2005



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2005. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2006]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 17 - Ligações aéreas de carga - 1972



Fonte: Anuário do transporte aéreo 1972. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1973]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 18 - Ligações aéreas de carga - 1975



Fonte: Anuário do transporte aéreo 1975. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1976]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 19 - Ligações aéreas de carga - 1980



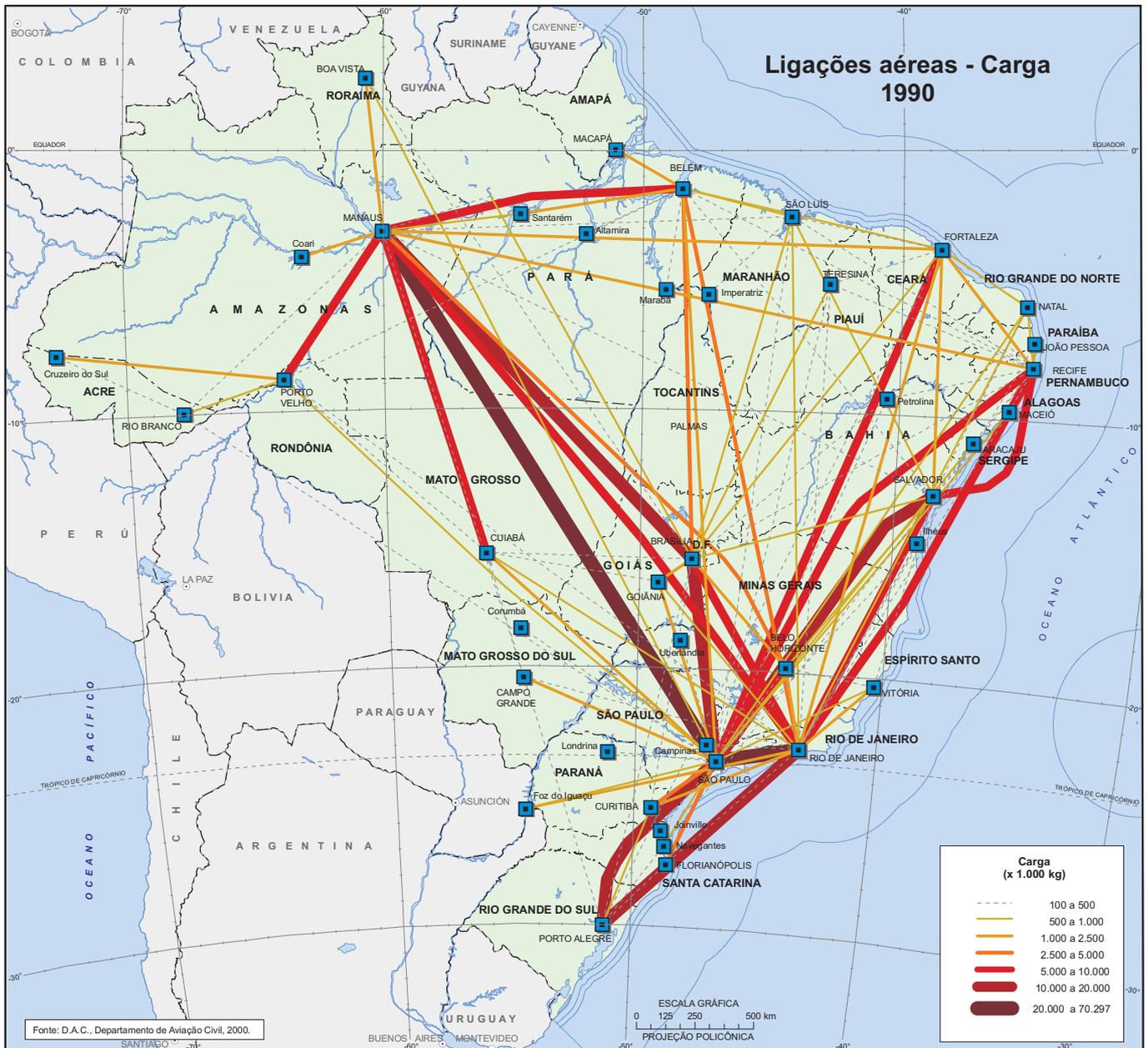
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1980. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1981]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 20 - Ligações aéreas de carga - 1985



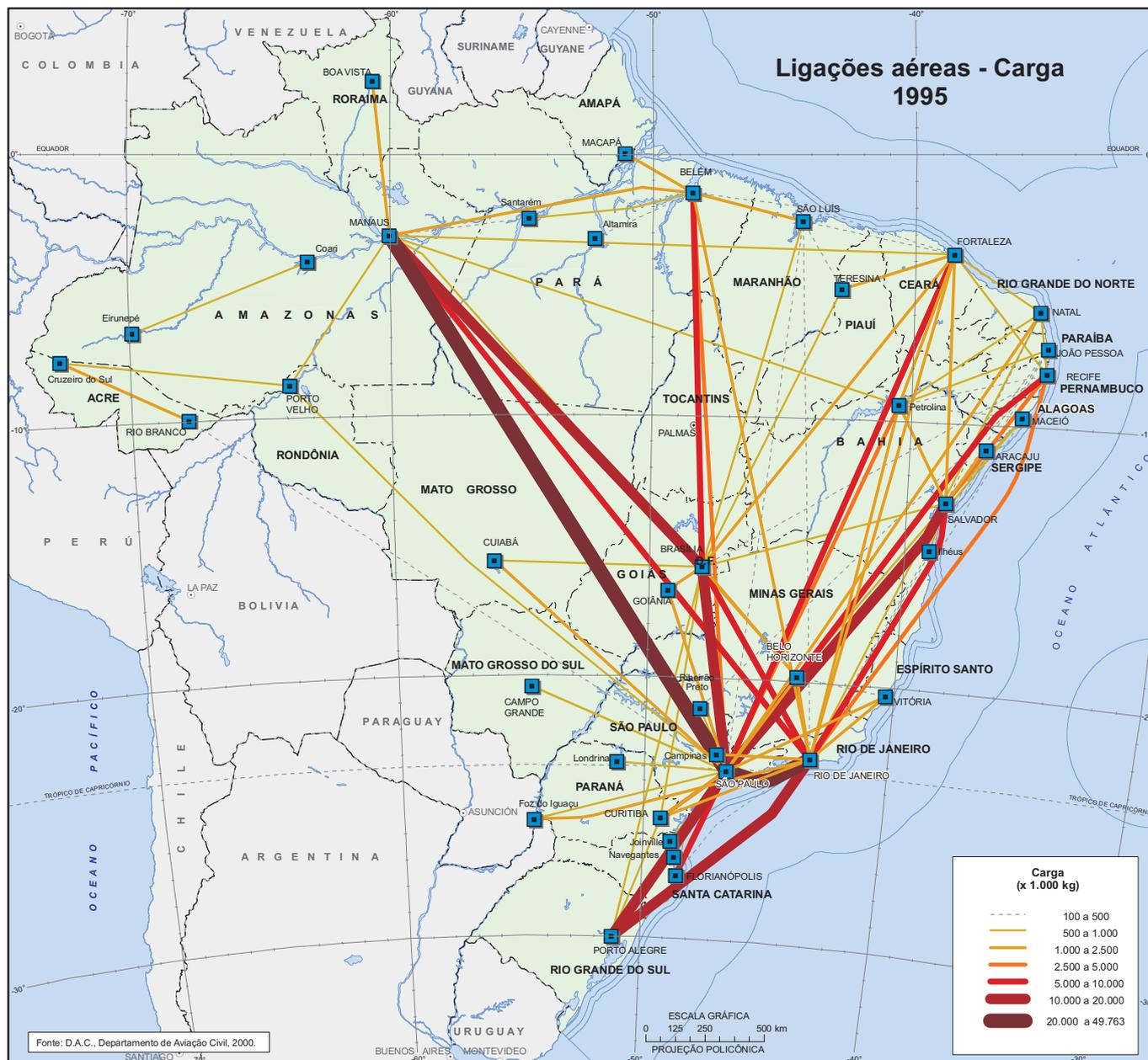
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1985. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1986]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

**Mapa 21 - Ligações aéreas de carga - 1990**



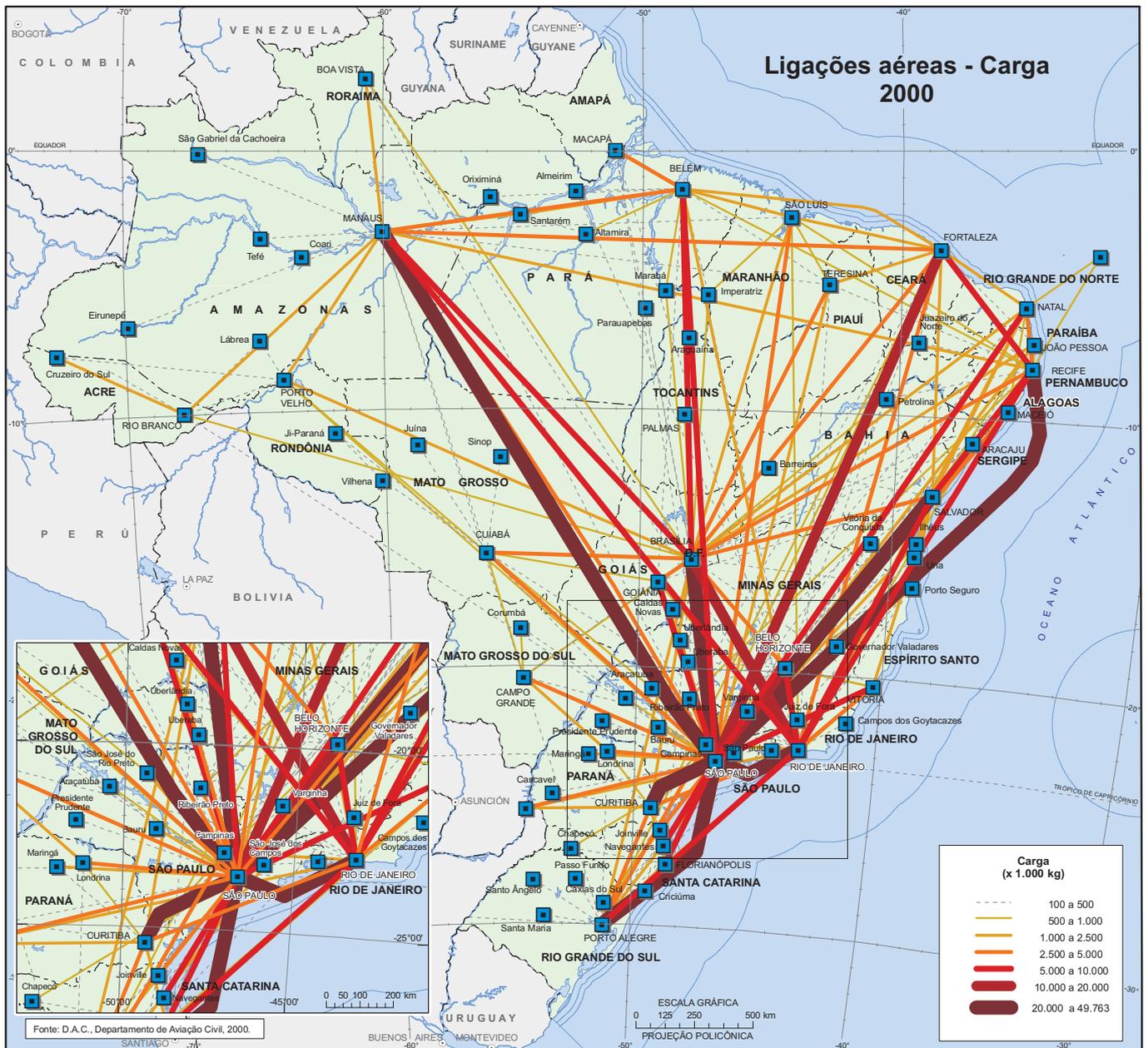
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1990. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1991]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 22 - Ligações aéreas de carga - 1995



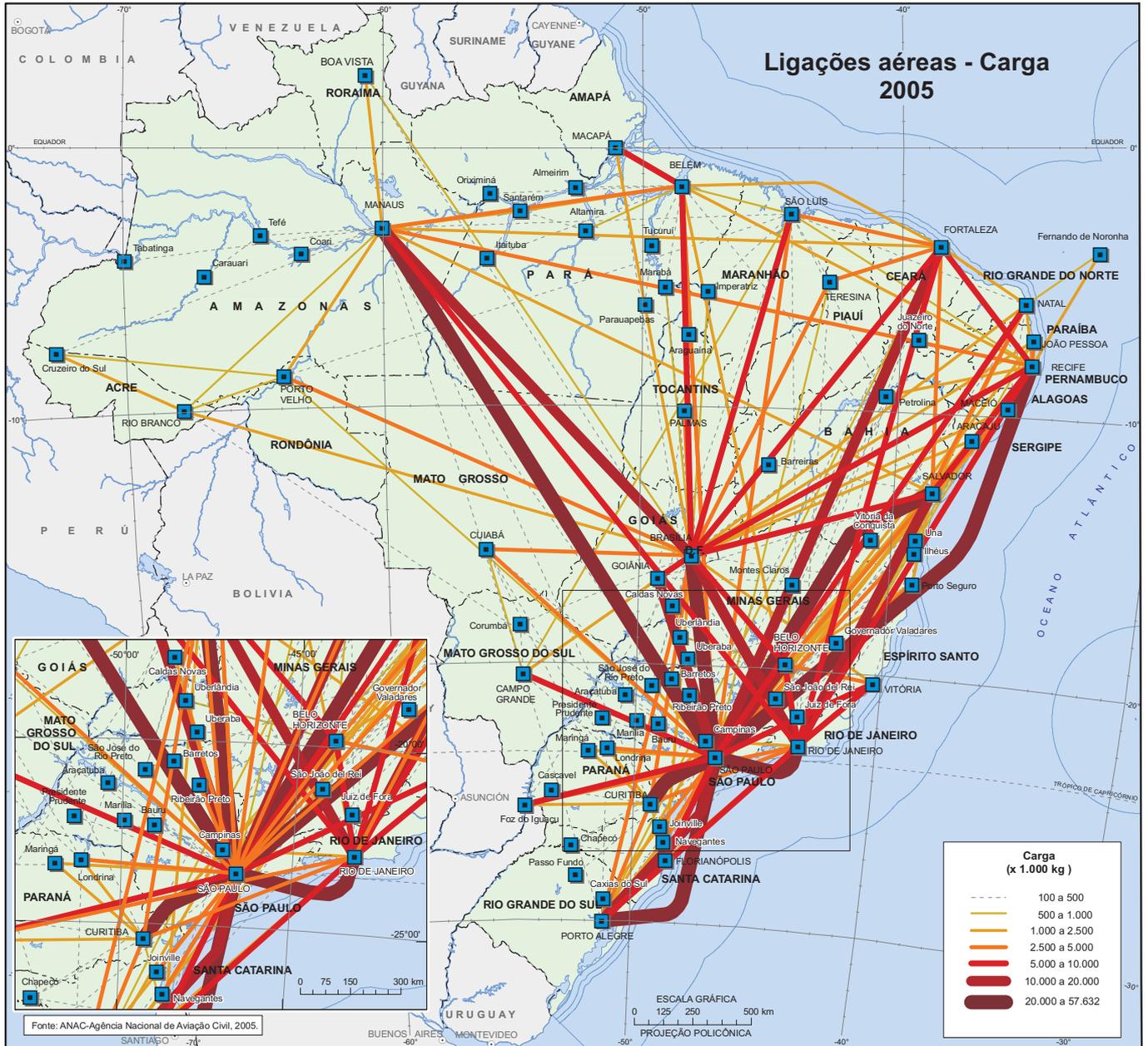
Fonte: Anuário do transporte aéreo 1995. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1996]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 23 - Ligações aéreas de carga - 2000



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2000. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2001]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Mapa 24 - Ligações aéreas de carga - 2005

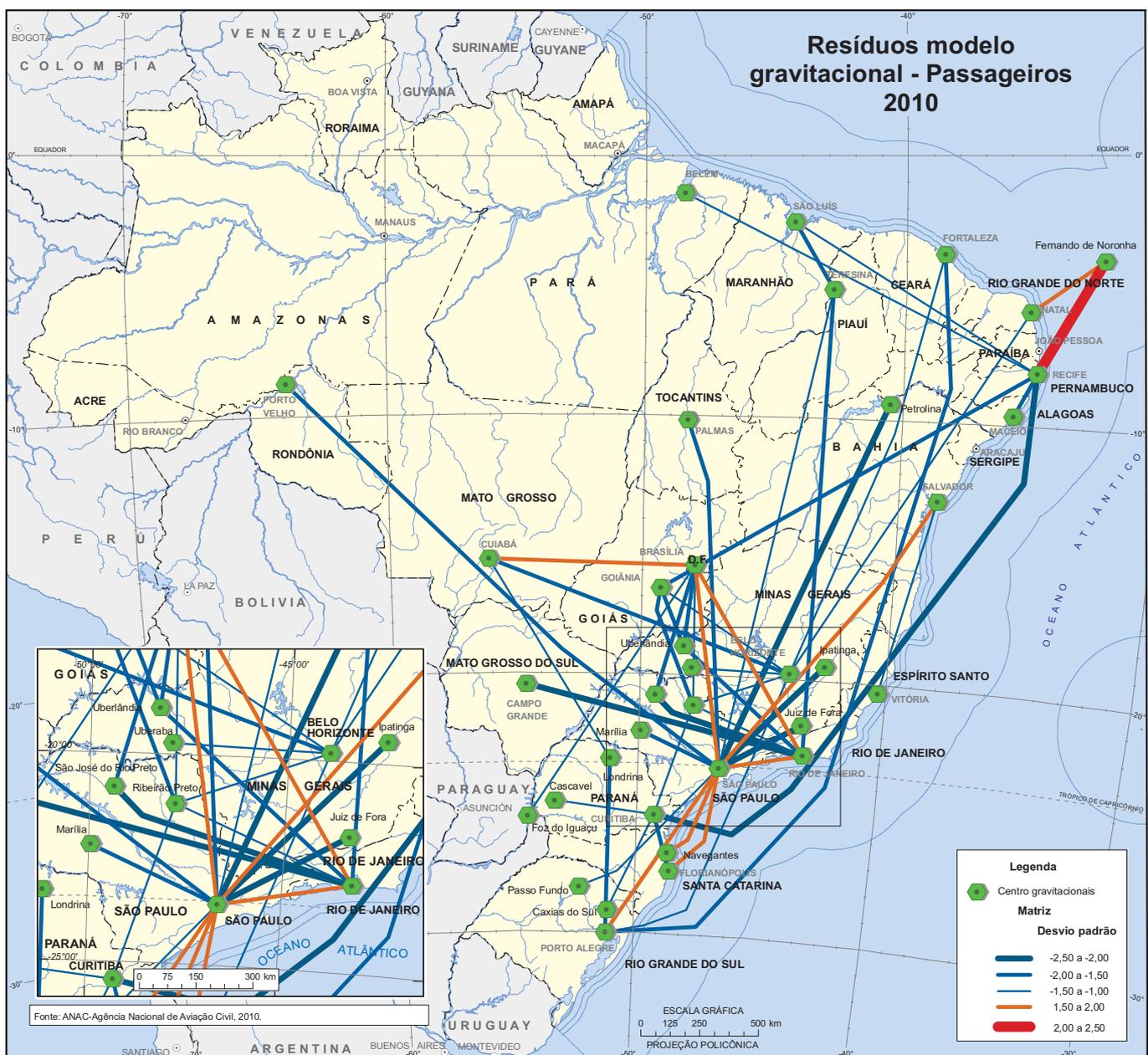


Fonte: Anuário do transporte aéreo 2005. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2006]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

## Interpretação do modelo gravitacional

Uma vez cortados os fluxos menores, a aplicação do modelo para o transporte de passageiros compreendeu 226 ligações (Mapa 25). Destas, 194 ou 85,8% possuem um resíduo cuja situação pode ser caracterizada próxima à média (-0,002), entre 1,5 vez e -1,5 vez do desvio padrão do conjunto (o resíduo de valor zero significa que o valor previsto pelo modelo coincidiu com o valor real do dado).

Mapa 25 - Resíduos modelo gravitacional de passageiros - 2010



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Os valores mais fortemente positivos, com um fluxo real muito acima do esperado, correspondem ao par Fernando de Noronha–Recife, sendo que Fernando de Noronha–Natal também se encontra entre os maiores. Esta situação fornece mais uma evidência sobre a metodologia de coleta dos dados no *Anuário do transporte aéreo 2010*, da Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, de que o cômputo das ligações levam em conta os trechos de viagem e não as viagens completas. Como a maior parte das viagens a Fernando de Noronha se faz por conexão nos aeroportos de Recife e Natal, o número de ligações entre essas cidades é maior do que se esperaria só pelo volume de suas populações. Uma ida a Fernando de Noronha, dessa maneira, é contada como duas ligações: uma, da procedência original do passageiro até Recife, por exemplo, e outra, de Recife àquele distrito estadual, o que é responsável por inflacionar relativamente o valor do fluxo.

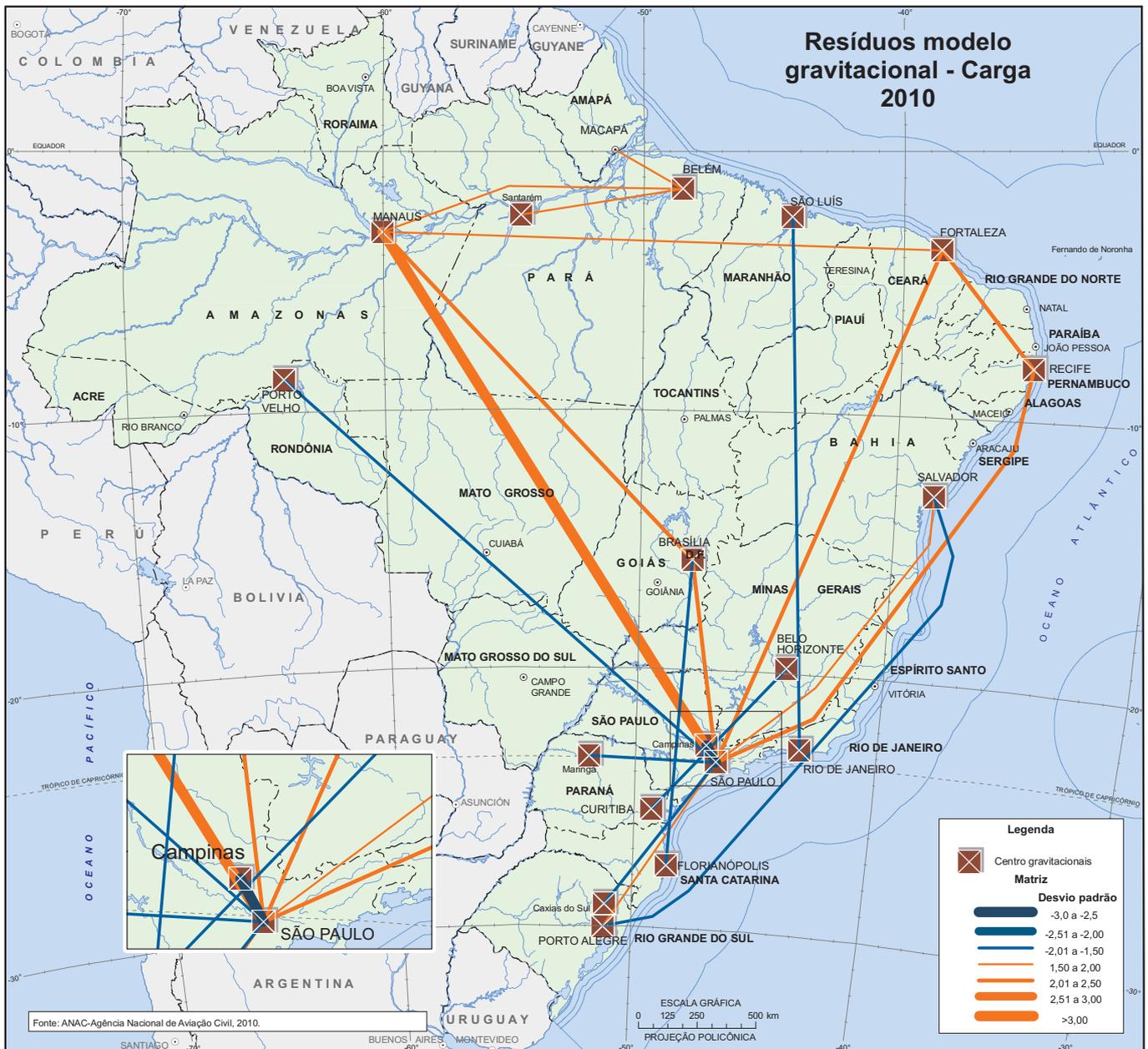
Outros valores positivos têm em São Paulo seu ponto focal, direcionando-se para Brasília, Rio de Janeiro, Florianópolis e Porto Alegre. A ligação preferencial com São Paulo e diversos outros centros é indicador do aumento do tráfego de passageiros em virtude da popularização das viagens aéreas, que é consistente com a presença dessas ligações de resíduos positivos também com áreas turísticas (por exemplo, Florianópolis). Além disso, Brasília e São Paulo são os maiores *hubs* da aviação civil no País e tendem a agregar o tráfego oriundo das diversas regiões, o que causa um aumento da quantidade de passageiros que necessariamente precisam passar por estas cidades.

Os valores negativos, por sua vez correspondem em boa parte a ligações pouco usuais, como Rio de Janeiro–São José do Rio Preto (SP), e também têm em São Paulo um ponto de foco, que, devido a seu tamanho, é o grande atrativo dos fluxos em nível nacional. Algumas delas correspondem a uma “zona de sombra”<sup>3</sup> da metrópole paulista e de Brasília, onde há concorrência com o transporte terrestre. Uma vez que as companhias aéreas tendem a racionalizar a operação dos voos com um menor número de passageiros cortando custos, essas ligações tendem a ser feitas a partir de conexões com os *hubs*, e não diretamente, o que contribui para explicar por que seus números se encontram abaixo do esperado.

Além disso, algumas ligações de cidades da Região Nordeste entre si (São Luís–Teresina, Maceió–Recife, Recife–São Luís, Fortaleza–Petrolina (PE), ao possuírem resíduos negativos, constituem um indicador de que as conexões da economia nestes estados estão mais direcionadas para o centro-sul do que entre si. Nesse caso, portanto, o número de passageiros transportados é inferior ao sugerido pelo tamanho de suas populações.

A aplicação do modelo para o transporte de carga (Mapa 26), por sua vez, compreendeu 166 ligações, excluídas as de menor valor. Os resíduos situados entre -1,5 vez e 1,5 vez o desvio padrão do conjunto foram 152 (91,6% do total). A ligação São Paulo–Manaus possui um resíduo muito acima da média (acima de três vezes o desvio padrão), o que se deve à extrema distância entre esses centros. A presença da Zona Franca de Manaus é o fator de explicação para a presença do fluxo de carga muito acima do estimado pelo modelo.

<sup>3</sup> O efeito de sombra acontece quando a maior cidade de uma determinada área funciona como centro polarizador do transporte aéreo de longa distância, deprimindo os níveis de tráfego das cidades menores circunvizinhas (TAAFE, 1959).

**Mapa 26 - Resíduos modelo gravitacional de carga - 2010**


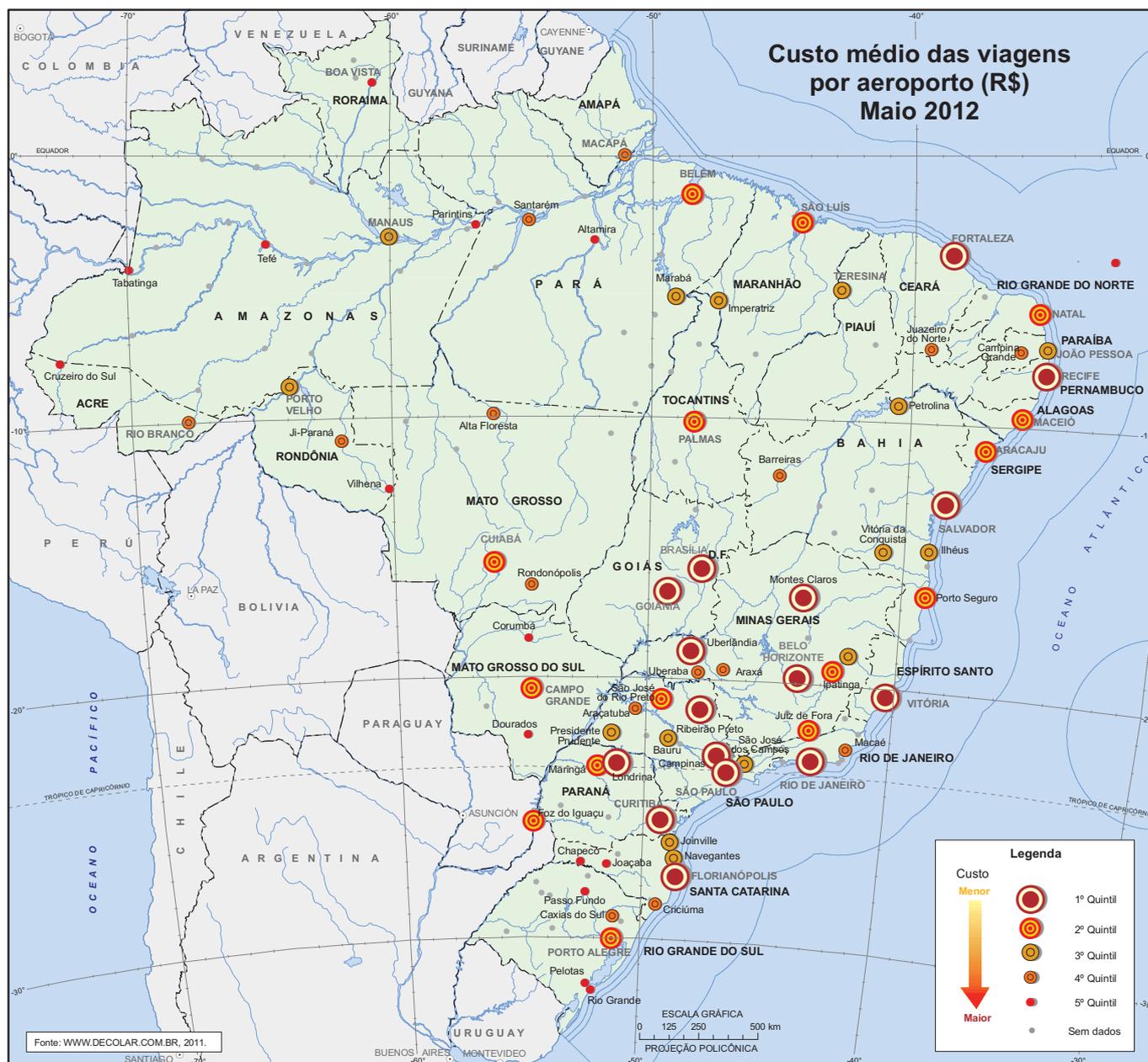
Fonte: Anuário do transporte aéreo 2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

Nos resíduos negativos, sobressai o par São Paulo–Campinas (SP), duas metrópoles situadas muito próximas, o que leva claramente a uma superestimação pelo modelo. Devido à proximidade, o transporte aéreo sofre pesada concorrência com o terrestre, estando Campinas situada na zona de sombra de São Paulo – a proximidade faz com que simplesmente não valha a pena enviar carga por via aérea de uma cidade para a outra.

### Matriz de custo e tempo de viagem

O mapeamento do custo das viagens aéreas mostra uma importante aglomeração dos centros no primeiro quintil (Mapa 27), as mais acessíveis, em termos de preço médio, a partir da Região Sudeste, às quais se somam as capitais da Região Nordeste com maior quantidade de fluxo de passageiros (Salvador, Recife e Fortaleza).

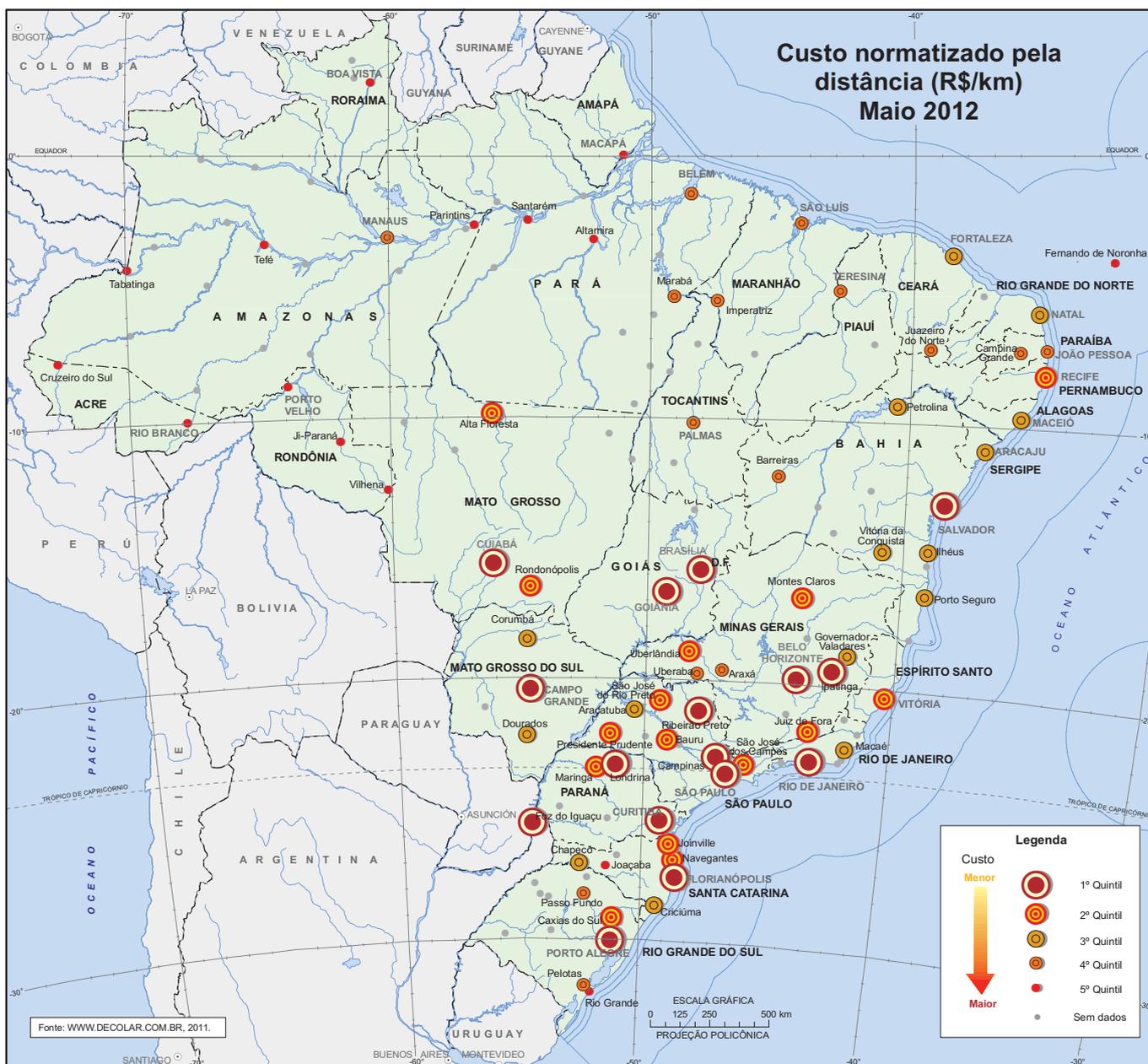
Mapa 27 - Custo médio das viagens, em reais, por aeroporto - maio 2012



No outro extremo, as cidades classificadas no quinto quintil localizam-se nas extremidades do território, nas Regiões Sul e Norte e em Fernando de Noronha. Notam-se também cidades no terceiro e quarto quintis em adjacência aos do primeiro, significando que os aeroportos mais movimentados acarretam um efeito de sombra: a atração do aeroporto das cidades maiores leva a que a procura por essas cidades por via aérea seja menor, elevando, assim, os custos, como ocorre, por exemplo, em Uberaba (MG), São José dos Campos (SP), Macaé (RJ), entre outros.

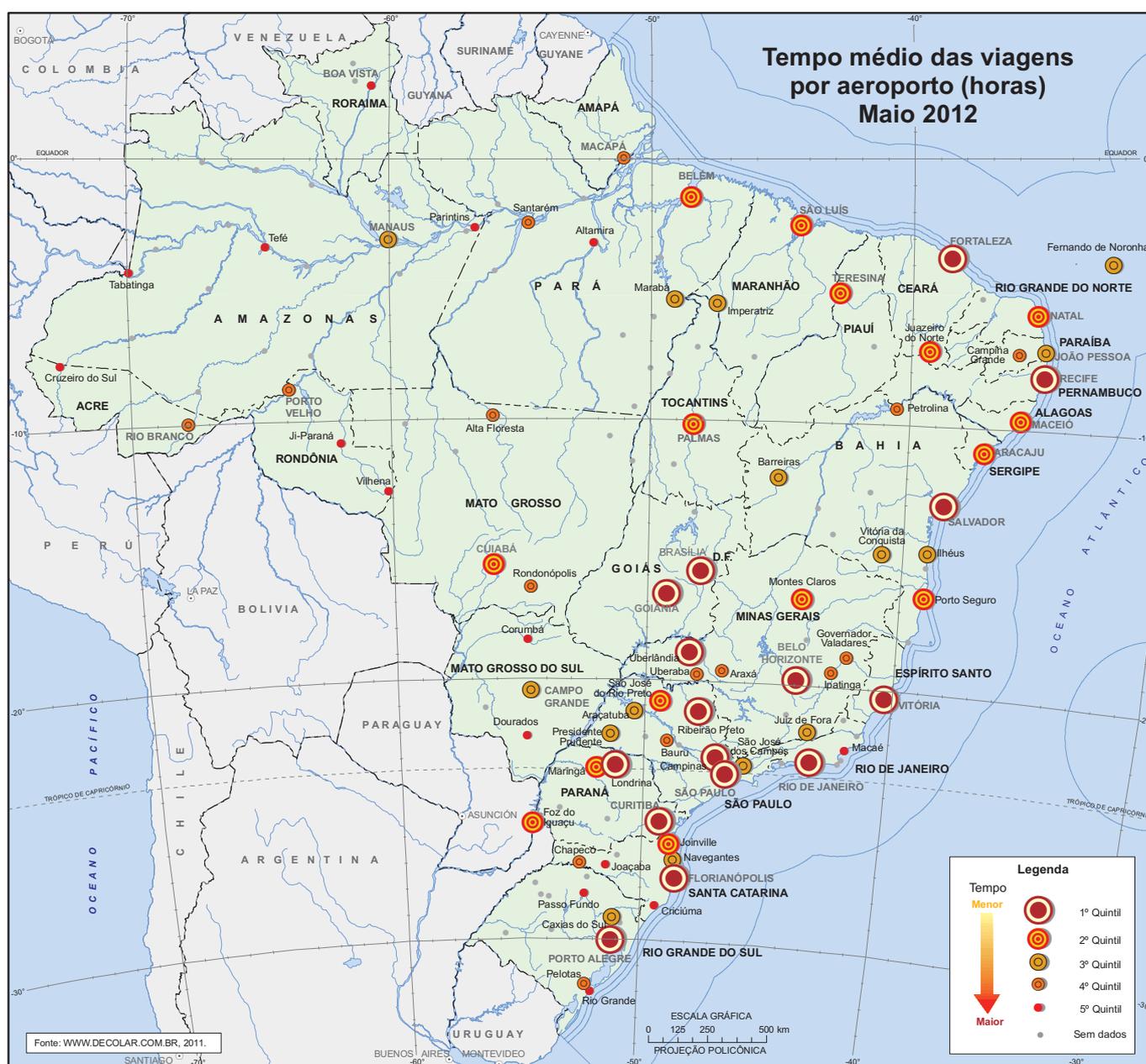
A normalização do custo pela distância (Mapa 28) reforça a regionalização observada no mapeamento do número absoluto, com o Norte sendo a Grande Região fracamente inserida em termos de acesso – fato agravado pela extrema desigualdade na concentração de renda no Brasil. No outro extremo, o interior do Rio Grande do Sul também se apresenta com baixa acessibilidade.

**Mapa 28 - Custo normalizado pela distância, R\$/km - maio 2012**



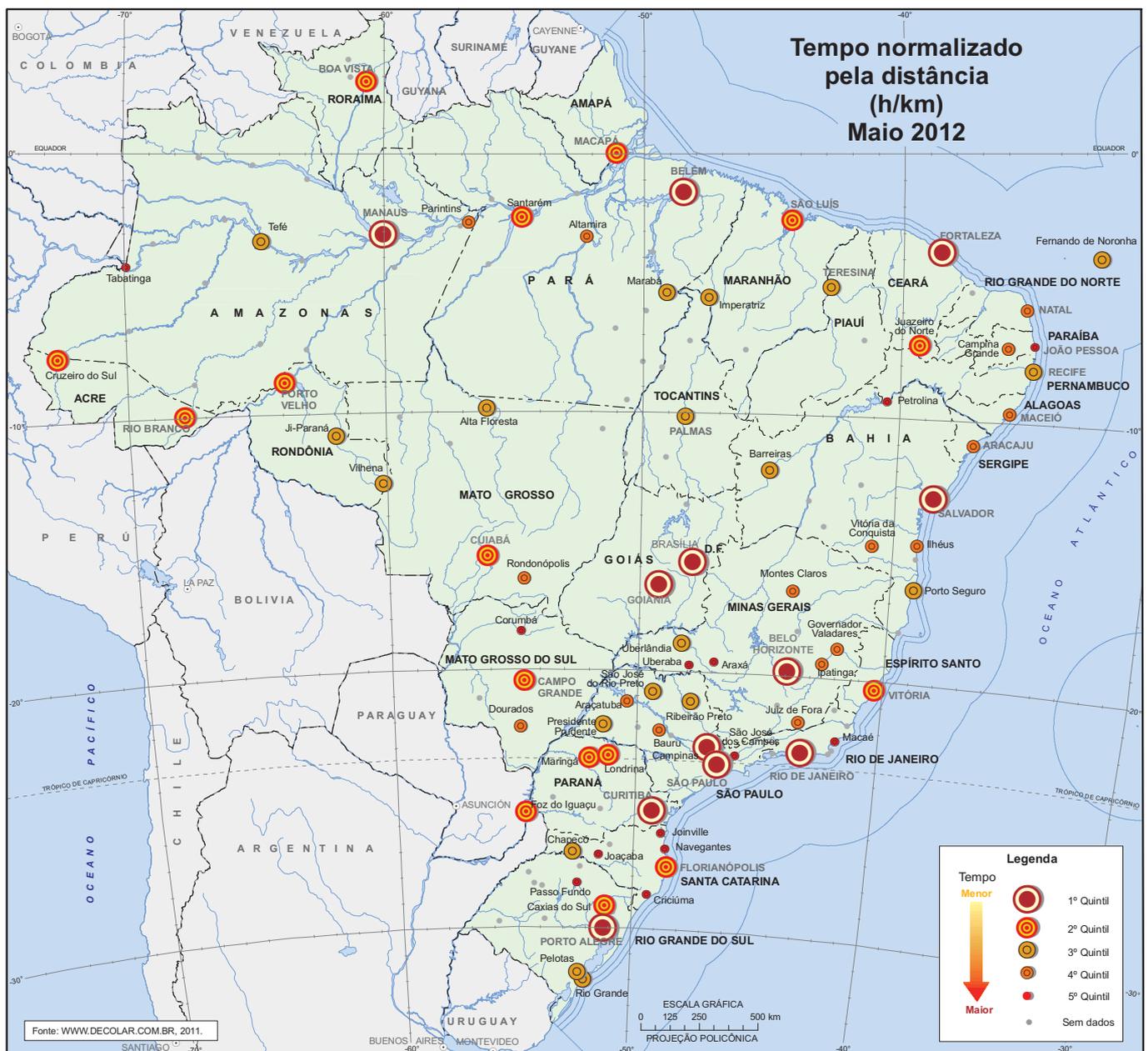
A distribuição espacial das médias dos tempos de viagem (Mapa 29) mostra uma grande diferença entre as capitais de topo de hierarquia da Região Sudeste e Brasília com o restante das cidades. São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília são os centros mais rapidamente acessíveis, seguidos, no próximo quintil, pelas demais capitais, em geral, e cidades médias dos Estados de São Paulo e Paraná. É possível notar cidades no quarto quintil em adjacência com aquelas mais acessíveis. No outro extremo, os centros de maior demora estão majoritariamente na Região Norte, mas também são encontrados na Centro-Oeste e mesmo na Sul.

Mapa 29 - Tempo médio das viagens, em horas, por aeroporto - maio 2012



As médias de tempo divididas pela distância (Mapa 30) deixam bem claro o caráter hierárquico das ligações aéreas. As cidades de hierarquia mais baixa, mesmo fisicamente próximas dos centros mais importantes, estão classificadas nos últimos quantis. Apesar da pouca distância, a necessidade de conexões faz com que a viagem se torne demorada, sofrendo, assim, forte concorrência com o transporte terrestre. Como a distância percorrida possui uma óbvia influência sobre a duração das viagens, a normalização promove a maioria das cidades da Região Norte, que em termos relativos melhoram sua acessibilidade. Em compensação, cidades médias das Regiões Sul e Sudeste são pesadamente rebaixadas, visto que sua proximidade relativa aos grandes centros torna o tempo médio das viagens mais longo.

**Mapa 30 - Tempo normalizado pela distância, h/km - maio 2012**



## Considerações finais

As cidades brasileiras encontram-se altamente conectadas por vias aéreas. Há ligações perpassando todo o território nacional. Embora seja teoricamente possível acessar qualquer aeroporto de qualquer cidade diretamente, na prática a utilização de uma conexão através de um aeroporto muito movimentado é a regra, fazendo com que o tráfego seja afunilado por poucas conexões. Com efeito, os dados de ligações confirmam o baixo número de *hubs* da aviação medidos pelo método de Costa, Lohmann e Oliveira (2008) – em torno de apenas quatro, em novembro de 2006. Isso não quer dizer, entretanto, que as ligações alternativas estejam ausentes. Elas apenas não têm a escala que as viagens entre os maiores centros urbanos entre si apresentam.

A estabilidade estrutural da rede urbana está ilustrada na continuidade dos grandes padrões da aviação ao longo do tempo, que, de toda forma, refletem a concentração da economia do País e conferem alguma força à capilaridade e às trocas regionais (THÉRY, 2003). Apesar de ser uma rede que ajuda a superar rapidamente as distâncias, as ligações aéreas estão profundamente inter-relacionadas com a hierarquia urbana, reforçando a hegemonia das maiores cidades ao longo do tempo.

Como esperado, São Paulo é o nó de maior centralidade da rede aérea, acompanhando sua demografia, funções econômicas e seu papel como nó na rede de cidades globais. O Rio de Janeiro vem perdendo importância relativa na rede de tráfego aéreo, ainda se mantendo em segundo lugar no número de passageiros, mas menos significativo em carga.

Brasília se beneficia de sua posição central no território nacional, que facilita a conectividade com o conjunto da rede, notadamente para a Região Norte e parte da Nordeste. No que tange à rede aérea, essa cidade, além de ser um grande roteador de tráfego em nível nacional, também desempenha um papel significativo na geração desse mesmo tráfego, pois abriga os elementos fundamentais para o funcionamento do Estado. O mesmo vale para São Paulo, porém do ponto de vista econômico.

A quantidade de passageiros de Salvador, coerente com sua posição na hierarquia urbana, também é consistente com o fato de ser um destino turístico conhecido, além de possuir um número alto de viajantes internacionais utilizando este aeroporto como *hub*, quando comparado com o número de passageiros realmente a ela destinados, conforme levantado pela metodologia de Derruder, Devrient e Witlox (2007). Essa situação revela uma das limitações do presente trabalho: não foi possível discernir a proporção de viajantes oriundos de outros países da demanda interna por deslocamento aéreo.

Nesse sentido, cabe salientar o caso de Campinas (SP), que vem se consolidando como um grande intermediário no transporte de carga. Entretanto, essa tendência pouco se manifesta no presente trabalho, porque a matriz de ligação aérea analisada se restringe ao tráfego nacional, e o aeroporto de Viracopos é caracterizado majoritariamente por movimentar carga de origem internacional<sup>4</sup>.

No tocante aos fluxos dominantes, o Rio de Janeiro figura historicamente em desvantagem, tendo diminuído sua importância relativa na rede. Em 1965 e 1973, de acordo com Freire e outros (1977), usando metodologia semelhante à do presente

<sup>4</sup> De acordo com as estatísticas da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO, em 2010, o Aeroporto Internacional de Viracopos, Campinas, movimentou 255 951 023 kg de carga, perfazendo 97% do total deste aeroporto. Somente os 3% restantes foram devidos ao tráfego doméstico. Para informações complementares, consultar: ESTATÍSTICAS dos aeroportos. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - Infraero, [2013]. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatistica-dos-aeroportos.html>>. Acesso em: abr. 2012.

trabalho, esta última cidade era o grande centro independente em escala nacional e mantinha com São Paulo uma relação de complementaridade no transporte de passageiros. Em uma comparação com o quadro atual (2010), o Rio de Janeiro pulou de uma área de influência de alcance nacional, abarcando a totalidade das Regiões Nordeste e Norte, para uma influência reduzida aos aeroportos vizinhos, do próprio Estado do Rio de Janeiro, sul de Minas Gerais, São José dos Campos (SP) e Campinas (SP), esta última explicada pelo efeito de sombra dos aeroportos da metrópole paulista.

A situação do Rio de Janeiro se deve às mudanças estruturais pelas quais a economia brasileira passou nas últimas décadas, descentralizando a atividade produtiva industrial, com concentração das atividades de gestão e controle em São Paulo, ao que se soma a reestruturação das companhias aéreas. Além das falências, aquisições e fusões ocorridas neste mercado, as operadoras de voos domésticos mudaram grande parte de seus efetivos operacionais para aquela metrópole, levando a um esvaziamento relativo dos aeroportos cariocas.

É notório que a hierarquia das ligações aéreas no trabalho de Freire e outros (1977), segue a estrutura da rede urbana daquele período, com a Região Norte “drenando” em direção a Belém e de lá em direção à Região Sudeste. No momento atual, essa estrutura se modifica, pois Manaus passa a se relacionar diretamente com a cabeça da rede, que deixa de ser o Rio de Janeiro, e o restante da Região Norte é direcionado para Brasília.

Brasília perde importância na hierarquia dos fluxos dominantes de carga quando comparados com os de passageiros, o que é um indicador de que a natureza de suas ligações está mais voltada para os contatos interpessoais do que interações econômicas, o que é condizente com seu papel de sede estatal.

O transporte de carga, sendo uma das etapas da realização das transações comerciais, possui, como esperado, alta centralização em São Paulo, que tem um alcance de sua influência verdadeiramente nacional, com os fluxos se concentrando exatamente onde estão o grosso das atividades econômicas de alto valor agregado.

A presença de redes isoladas no transporte de carga tem pouco significado, já que sua escala é bem inferior à rede nacional, encabeçada por São Paulo, e diz mais respeito às necessidades imediatas das atividades de transporte. De qualquer maneira, a configuração das ligações secundárias e terciárias de carga mostram claramente que essas redes têm como destino o nível hierárquico máximo, São Paulo.

Em relação à matriz de custo e tempo das viagens, a acessibilidade de preço reforça as desigualdades, pois são mais baratos os aeroportos em cidades maiores e localizados junto à concentração das atividades econômicas (Região Sudeste).

Nesse sentido, a ordem de grandeza dos fluxos também vai refletir sua localização regional. As ligações oriundas ou destinadas às Regiões Sudeste e Sul têm, em geral, maior volume, dadas as interações econômicas entre essas cidades serem mais intensas.

Não surpreende que ocorra uma correlação direta entre o custo das viagens e as distâncias percorridas, tomando como ponto focal a cidade de São Paulo. Nesse sentido, apesar de ser um dos fatores primordiais de compressão do espaço, capaz de conectar cidades centenas de quilômetros distantes umas das outras em poucas horas, a acessibilidade através da aviação é muito dependente da hierarquia urbana: se paga mais caro e as viagens são mais longas para as cidades menores e mais periféricas. Além disso, apesar de sua natureza reticular, as variações de custo e tempo também são influenciadas pelas diferenças regionais, fazendo com que, *grosso modo*, quanto mais distante da *core area* do País, pior a acessibilidade de uma cidade ou região por

vias aéreas. Assim, além de a Região Norte apresentar-se como a de pior acessibilidade, tanto em termos de custo quanto de tempo das viagens, algumas áreas dentro do próprio centro-sul são pouco privilegiadas, como o Rio Grande do Sul. Este estado é caracterizado pela elevada centralização de sua rede urbana na capital, fato que se reflete nos altos custos e longas viagens, que têm como destino suas cidades menores. A centralização dos voos em poucos *hubs* também parece elevar o custo e o tempo de deslocamento para as cidades de baixa hierarquia.

Embora o efeito de barreira da distância nos padrões de ligações aéreas seja bem documentado pela literatura referente ao transporte aéreo, e este trabalho de fato verifica essa tendência, foi possível perceber que as relações entre as cidades são mais complicadas, pois os vínculos econômicos do território e as interações históricas podem subverter a imposição da distância – vide, de um lado o par São Paulo–Manaus, com fortes trocas de fluxo e, de outro, São Luís–Teresina, duas capitais nordestinas, relativamente próximas, mas com fluxos abaixo do esperado, uma vez que suas relações se fazem mais com o centro-sul do que entre si.

As ligações aéreas de carga são menos influenciadas pela hierarquia urbana do que as de passageiros, o que se deve em parte às características do setor da aviação. O alto custo do transporte por unidade faz com que somente as ligações de grande distância compensem economicamente, sendo as localizadas mais próximas realizadas por outras modalidades de transporte.

Assim como Zook e Brunn (2005) verificaram a permanência do legado histórico das ligações aéreas das metrópoles europeias com suas antigas colônias, pode-se ver, no caso dos voos domésticos brasileiros, a continuidade dos padrões de desigualdade interna, nos quais o centro-sul permanece relativamente privilegiado em termos de acessibilidade do território, a Região Nordeste possuindo uma situação boa nas capitais e a Região Norte, mais remota e de baixa acessibilidade.

---

## Referências

ANUÁRIO DO TRANSPORTE AÉREO 1972-2010. Brasília, DF: Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [1973-2011]. Até 1974, publicado sob o título Anuário Estatístico da Aviação Civil. Até 2004, publicado sob a responsabilidade do Departamento de Aviação Civil - DAC, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

CASTELLO BRANCO, M. L. *Áreas de concentração de população*. Trabalho apresentado na mesa-redonda "Áreas de concentração de população: regiões metropolitanas, cidades médias, cidades gêmeas, cidades de fronteiras", no II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, Rio de Janeiro, 2006.

CATTAN, N. Attractivity and internationalisation of major European cities: the example of air traffic. *Urban Studies*, Glasgow: Sage Journals, v. 32, n. 2. p. 303-312, Mar. 1995.

CORRÊA, R. L. Dimensões de análise das redes geográficas. In: \_\_\_\_\_. *Trajetórias geográficas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. p. 107-118.

COSTA, T. F. G.; LOHMANN, G.; OLIVEIRA, A.V. M. Um modelo de identificação de hubs no transporte aéreo. In: SIMPÓSIO DE TRANSPORTE AÉREO NO BRASIL, 7., 2008, Rio de Janeiro. *Anais...* São José dos Campos: Sociedade Brasileira de Pesquisa em Transporte Aéreo - SBTA. p. 663-673. Disponível em: <<http://www.tgl.ufrj.br/viisitraer/pdf/518.pdf>>. Acesso em: abr. 2013.

DECOLAR.com. São Paulo, [2011]. Disponível em: <<http://www.decolar.com>>. Acesso em: out. 2011.

DERUDDER, B.; WITLOX, F. On the use of inadequate airline data in mappings of a global urban system. *Journal of Air Transport Management*, Amsterdam: Elsevier, v. 11, n. 4, p. 231-237, Jul. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699705000104>>. Acesso em: abr. 2013.

DERUDDER, B.; DEVRIENT, L.; WITLOX, F. Flying where you don't want to go: an empirical analysis of hubs in the global airline network. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, Utrecht: Royal Dutch Geographical Society - KNAG; Hoboken [Estados Unidos]: Wiley-Blackwell, v. 98, n. 3, p. 307-324, Jul. 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9663.2007.00399.x/pdf>>. Acesso em: abr. 2013.

ESTATÍSTICAS dos aeroportos. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - Infraero, [2013]. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatistica-dos-aeroportos.html>>. Acesso em: abr. 2013.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. *Quantitative geography: perspectives on spatial data analysis*. London: Sage Publications, 2000. 270 p.

FREIRE, L. A. R. et al. O sistema urbano brasileiro: uma análise através dos fluxos aéreos de passageiros. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro: IBGE, ano 39, n. 3, p. 92-111, jul./set. 1977. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/d\\_detalhes.php?id=7115](http://biblioteca.ibge.gov.br/d_detalhes.php?id=7115)>. Acesso em: abr. 2013.

MOTTA, M. P. da; OLIVEIRA, E. X. As ligações aéreas e a rede urbana brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE, 7., Niterói. *Anais...* Campinas: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia - Anpege, 2007. p. 863-864. Disponível em: <<http://www.anpege.org.br/downloads/anais.vIIAnpege.pdf>>. Acesso em: abr. 2013.

NYSTUEN, J. D.; DACEY, M. F. A graph theory interpretation of nodal regions. *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, Azores [Portugal]: Regional Science Association International - RSAI; Hoboken [Estados Unidos]: Wiley-Blackwell, v. 7, n. 1, p. 29-42, Jan. 1961. Disponível em: <[http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/45977/10110\\_2005\\_Article\\_BF01969070.pdf?sequence=1](http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/45977/10110_2005_Article_BF01969070.pdf?sequence=1)>. Acesso em: abr. 2013.

O'KELLY, M. E. A geographer's analysis of hub-and-spoke networks. *Journal of Transport Geography*, Amsterdam: Elsevier, v. 6, n. 3, p. 171-186, Sept. 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692398000106>>. Acesso em: abr. 2013.

PRODUTO interno bruto dos municípios 2005-2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 213 p. (Contas nacionais, n. 36). Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005\\_2009/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005_2009/default.shtm)>. Acesso em: abr. 2013.

PUMAIN, D.; SAINT-JULIEN, T. *Les interactions spatiales: flux et changements dans l'espace géographique*. Paris: A. Colin, 2001. 191 p. (Collection Cursus. Série Géographie).

RABINO, G. A.; OCCELLI, S. Understanding spatial structure from network data: theoretical considerations and applications. *Cybergeo: European journal of geography*, Paris: Revues.org, n. 29, Jun. 1997. Disponível em: <<http://cybergeo.revues.org/2199>>. Acesso em: abr. 2013.

REGIÕES de influência das cidades 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. 201 p. Acompanha 1 CD- ROM. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/regioes\\_de\\_influencia\\_das\\_cidades/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/regioes_de_influencia_das_cidades/)>. Acesso em: abr. 2013.

SINOPSE do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 261 p. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default\\_sinopse.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/default_sinopse.shtm)>. Acesso em: abr. 2013.

TAAFE, E. J. Trends in airline passenger traffic: a geographic case study. *Annals of the Association of American Geographers*, Washington, DC: AAG; Oxfordshire: Taylor & Francis, v. 49, n. 4, p. 393-408, Dec. 1959.

THÉRY, H. O transporte aéreo no Brasil: asas da centralidade. *Mercator: revista de geografia da UFC*, Fortaleza: Universidade Federal do Ceará - UFC, ano 2, n. 3, p. 19-25, jan./jun. 2003. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/160/128>>. Acesso em: abr. 2013.

ZOOK, M. A.; BRUNN, S. D. Hierarchies, regions and legacies: European cities and global commercial passenger air travel. *Journal of Contemporary European Studies*, Oxfordshire: Taylor & Francis, v. 13, n. 2, p. 203-220, 2005.

---

## Anexos

**Tabela 1** - Custo médio das viagens e hierarquia urbana a partir da origem

**Tabela 2** - Tempo médio das viagens e hierarquia urbana a partir da origem

**Anexo - Tabela 1 - Custo médio das viagens e hierarquia urbana a partir da origem**

Cidade e respectivas Unidades da Federação	Média (R\$)	Hierarquia urbana	Cidade e respectivas Unidades da Federação	Média (R\$)	Hierarquia urbana
Belo Horizonte/MG	186,23	Metrópole	São José dos Campos/SP	389,70	Capital Regional C
São Paulo/SP	209,24	Grande Metrópole Nacional	Porto Velho/RO	391,61	Capital Regional B
Rio de Janeiro/RJ	209,32	Metrópole Nacional	Ilhéus/BA	397,09	Capital Regional B
Salvador/BA	210,73	Metrópole	Vitória da Conquista/BA	408,57	Capital Regional B
Brasília/DF	213,05	Metrópole Nacional	Marabá/PA	410,17	Capital Regional C
Goiânia/GO	236,27	Metrópole	João Pessoa/PB	411,95	Capital Regional A
Campinas/SP	253,48	Capital Regional A	Imperatriz/MA	412,52	Capital Regional C
Ribeirão Preto/SP	262,91	Capital Regional B	Governador Valadares/MG	412,61	Capital Regional C
Recife/PE	268,09	Metrópole	Macaé/RJ	423,70	Centro Subregional A
Londrina/PR	274,09	Capital Regional B	Rio Branco/AC	424,70	Capital Regional C
Curitiba/PR	283,09	Metrópole	Santarém/PA	430,52	Capital Regional C
Uberlândia/MG	284,96	Capital Regional B	Araçatuba/SP	440,78	Capital Regional C
Vitória/ES	294,32	Capital Regional A	Macapá/AP	457,61	Capital Regional C
Fortaleza/CE	303,82	Metrópole	Uberaba/MG	465,22	Capital Regional C
Florianópolis/SC	305,27	Capital Regional A	Araxá/MG	469,17	Centro de Zona A
Montes Claros/MG	306,83	Capital Regional B	Ji-Paraná/RO	470,57	Centro Subregional A
Cuiabá/MT	312,86	Capital Regional A	Caxias do Sul/RS	477,52	Capital Regional B
Porto Alegre/RS	315,23	Metrópole	Barreiras/BA	481,14	Capital Regional C
Palmas/TO	316,48	Capital Regional B	Alta Floresta/MT	482,87	Centro de Zona A
Campo Grande/MS	322,91	Capital Regional A	Criciúma/SC	496,35	Capital Regional C
Foz do Iguaçu/PR	327,83	Centro Subregional A	Campina Grande/PB	503,55	Capital Regional B
São José do Rio Preto/SP	332,65	Capital Regional B	Rondonópolis/MT	521,17	Centro Subregional A
Juiz de Fora/MG	332,96	Capital Regional B	Juazeiro do Norte/CE	535,90	Capital Regional C
Belém/PA	335,91	Metrópole	Chapecó/SC	550,22	Capital Regional B
Ipatinga - Coronel Fabriciano/MG	338,24	Capital Regional C	Boa Vista/RR	571,39	Capital Regional C
Porto Seguro/BA	338,87	Centro de Zona A	Vilhena/RO	576,83	Centro Subregional B
Natal/RN	339,68	Capital Regional A	Dourados/MS	577,78	Capital Regional C
Aracaju/SE	348,68	Capital Regional A	Corumbá/MS	612,57	Centro de Zona A
São Luís/MA	351,91	Capital Regional A	Altamira/PA	629,39	Centro Subregional B
Maringá/PR	353,61	Capital Regional B	Parintins/AM	755,83	Centro Subregional B
Maceió/AL	354,68	Capital Regional A	Fernando de Noronha/PE	767,48	Centro Local
Joinville/SC	356,17	Capital Regional B	Cruzeiro do Sul/AC	815,16	Centro Subregional B
Navegantes/SC	359,74	Centro Local	Tefé/AM	857,04	Centro Subregional B
Teresina/PI	360,91	Capital Regional A	Passo Fundo/RS	1 203,78	Capital Regional B
Petrolina/PE	370,00	Capital Regional C	Pelotas - Rio Grande/RS	1 225,17	Capital Regional C
Presidente Prudente/SP	370,04	Capital Regional C	Rio Grande/RS	1 240,43	Capital Regional B
Bauru/SP	381,82	Capital Regional C	Joaçaba/SC	1 268,04	Centro Subregional A
Manaus/AM	388,73	Metrópole	Tabatinga/AM	1 368,26	Centro de Zona A

Fontes: Decolar.com. São Paulo, [2011]. Disponível em: <<http://www.decolar.com>>. Acesso em: out. 2011; e Regiões de influência das cidades 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/regioes\\_de\\_influencia\\_das\\_cidades/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/regioes_de_influencia_das_cidades/)>. Acesso em: abr. 2013.

Anexo - Tabela 2 - Tempo médio das viagens e hierarquia urbana a partir da origem

Cidade	Tempo médio	Hierarquia urbana	Cidade	Tempo médio	Hierarquia urbana
Brasília/DF	0,08	Metrópole Nacional	Marabá/PA	0,22	Capital Regional C
São Paulo/SP	0,09	Grande Metrópole Nacional	Vitória da Conquista/BA	0,22	Capital Regional B
Rio de Janeiro/RJ	0,09	Metrópole Nacional	Presidente Prudente/SP	0,22	Capital Regional C
Belo Horizonte/MG	0,09	Metrópole	Ilhéus - Itabuna/BA	0,23	Capital Regional B
Salvador/BA	0,11	Metrópole	Araçatuba/SP	0,23	Capital Regional C
Curitiba/PR	0,12	Metrópole	Manaus/AM	0,23	Metrópole
Campinas/SP	0,13	Capital Regional A	São José dos Campos/SP	0,23	Capital Regional C
Goiânia/GO	0,13	Metrópole	Caxias do Sul/RS	0,24	Capital Regional B
Fortaleza/CE	0,14	Metrópole	Uberaba/MG	0,24	Capital Regional C
Recife/PE	0,14	Metrópole	Petrolina/PE	0,24	Capital Regional C
Ribeirão Preto/SP	0,15	Capital Regional B	Araxá/MG	0,24	Centro de Zona A
Vitória/ES	0,16	Capital Regional A	Chapecó/SC	0,25	Capital Regional B
Porto Alegre/RS	0,16	Metrópole	Ipatinga/MG	0,25	Capital Regional C
Florianópolis/SC	0,16	Capital Regional A	Porto Velho/RO	0,25	Capital Regional B
Londrina/PR	0,16	Capital Regional B	Governador Valadares/MG	0,25	Capital Regional C
Uberlândia/MG	0,17	Capital Regional B	Santarém/PA	0,25	Capital Regional C
São José do Rio Preto/SP	0,17	Capital Regional B	Bauru/SP	0,26	Capital Regional C
Belém/PA	0,18	Metrópole	Campina Grande/PB	0,26	Capital Regional B
São Luís/MA	0,18	Capital Regional A	Macapá/AP	0,26	Capital Regional C
Juazeiro do Norte/CE	0,18	Capital Regional C	Alta Floresta/MT	0,28	Centro de Zona A
Aracaju/SE	0,18	Capital Regional A	Rondonópolis/MT	0,29	Centro Subregional A
Cuiabá/MT	0,18	Capital Regional A	Pelotas/RS	0,29	Capital Regional C
Porto Seguro/BA	0,18	Centro de Zona A	Rio Branco/AC	0,29	Capital Regional C
Foz do Iguaçu/PR	0,18	Centro Subregional A	Ji-Paraná/RO	0,30	Centro Subregional A
Maringá/PR	0,19	Capital Regional B	Rio Grande/RS	0,31	Capital Regional C
Natal/RN	0,19	Capital Regional A	Criciúma/SC	0,31	Capital Regional C
Teresina/PI	0,19	Capital Regional A	Dourados/MS	0,31	Capital Regional C
Joinville/SC	0,19	Capital Regional B	Vilhena/RO	0,31	Centro Subregional B
Palmas/TO	0,19	Capital Regional B	Boa Vista/RR	0,33	Capital Regional C
Maceió/AL	0,19	Capital Regional A	Macaé/RJ	0,35	Centro Subregional A
Montes Claros/MG	0,20	Capital Regional B	Altamira/PA	0,37	Centro Subregional B
Barreiras/BA	0,20	Capital Regional C	Corumbá/MS	0,37	Centro de Zona A
Navegantes/SC	0,20	Centro Local	Joaçaba/SC	0,38	Centro Subregional A
Fernando de Noronha/PE	0,20	Centro Local	Tefé/AM	0,38	Centro Subregional B
Campo Grande/MS	0,20	Capital Regional A	Passo Fundo/RS	0,39	Capital Regional B
Imperatriz/MA	0,21	Capital Regional C	Cruzeiro do Sul/AC	0,43	Centro Subregional B
João Pessoa/PB	0,21	Capital Regional A	Parintins/AM	0,43	Centro Subregional B
Juiz de Fora/MG	0,21	Capital Regional B	Tabatinga/AM	0,77	Centro de Zona A

Fontes: Decolar.com. São Paulo, [2011]. Disponível em: <<http://www.decolar.com>>. Acesso em: out. 2011; e Regiões de influência das cidades 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <[ftp://geofp.ibge.gov.br/regioes\\_de\\_influencia\\_das\\_cidades/](ftp://geofp.ibge.gov.br/regioes_de_influencia_das_cidades/)>. Acesso em: abr. 2013.

---

# Equipe técnica

## **Diretoria de Geociências**

### **Coordenação de Geografia**

Claudio Stenner

### **Planejamento e coordenação do estudo**

Marcelo Paiva da Motta

### **Equipe responsável**

Adma Haman Figueiredo

Claudio Stenner

Cleber de Azevedo Fernandes

Schaiane Nogueira Ouverney Barroso

Paulo Wagner Teixeira Marques

Ronaldo Cerqueira Carvalho

Marcus Vinicius Siqueira de Oliveira (Estagiário)

Tuani Cristina Lima de Souza (Estagiária)

Marcele Borges dos Santos (Estagiária)

Celso Guilherme de Souza Silva (Estagiário)

Geovanna Vera Cruz Porto Batista (Estagiária)

## **Projeto Editorial**

### **Centro de Documentação e Disseminação de Informações**

#### **Coordenação de Produção**

Marise Maria Ferreira

#### **Gerência de Editoração**

##### **Estruturação textual, tabular e de gráficos**

Beth Fontoura

Katia Vaz Cavalcanti

Leonardo Martins

**Diagramação tabular e de gráficos**

Beth Fontoura  
Helena Maria Mattos Pontes

**Copidesque e revisão**

Anna Maria dos Santos  
Cristina R. C. de Carvalho  
Kátia Domingos Vieira

**Diagramação textual**

Helena Maria Mattos Pontes

**Programação visual da publicação**

Luiz Carlos Chagas Teixeira  
Sebastião Monsorens

**Produção de multimídia**

LGonzaga  
Márcia do Rosário Brauns  
Marisa Sigolo  
Mônica Pimentel Cinelli Ribeiro  
Roberto Cavararo

**Gerência de Documentação****Pesquisa e normalização bibliográfica**

Ana Raquel Gomes da Silva  
Carla de Castro Palmieri (Estagiária)  
Elizabeth de Carvalho Faria  
Lioara Mandoju  
Maria Beatriz Machado Santos Soares (Estagiária)  
Maria da Penha Ribeiro Uchoa  
Maria Socorro da Silva Araújo

**Padronização de glossários**

Ana Raquel Gomes da Silva

**Elaboração de quartas capas**

Ana Raquel Gomes da Silva

**Gerência de Gráfica****Impressão e acabamento**

Maria Alice Neves da Silva Nabuco

**Gráfica Digital****Impressão**

Ednalva Maia do Monte

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISBN 978-85-240-4287-4 (CD-ROM)

ISBN 978-85-240-4286-7 (meio impresso)

© IBGE. 2013

**Elaboração do arquivo PDF**

Roberto Cavararo

**Produção de multimídia**

LGonzaga

Márcia do Rosário Brauns

Marisa Sigolo

Mônica Pimentel Cinelli Ribeiro

Roberto Cavararo

**Capa**

Aline Carneiro Damacena, Fernanda Jardim, Leonardo Martins - Gerência de Editoração/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI