

A Evolução da Aviação Brasileira sob a Perspectiva da Análise de Redes Sociais

Tulio Pereira Bitencourt¹ and Sandro da Silva Camargo¹[0000-0001-8871-3950]

Universidade Federal do Pampa, Bagé RS 96413-172, Brasil
{tuliobitencourt.aluno@unipampa.edu.br,sandro.camargo}@unipampa.edu.br

Abstract. Durante as últimas décadas, a aviação civil brasileira cresceu significativamente, permitindo que a população pudesse se locomover dentro e fora do país com maior facilidade e rapidez. Contudo, além de ter crescido muito, a aviação brasileira continua sendo limitada quando comparada com outros países. Parte disso está relacionado a uma grande concentração de *hubs* na região sudeste do país. Para obter uma melhor compreensão desta situação, a abordagem de análise de redes sociais foi aplicada sobre dados abertos de voos disponibilizados pelo governo brasileiro. Como resultado, este trabalho apresenta uma análise sobre o crescimento da aviação civil brasileira entre os anos de 2000 e 2019, além de uma análise sobre a formação dos *hubs* que existem hoje.

Keywords: Controle de Tráfego · Transporte Aéreo · Brasil · *Hubs* · Visualização de Dados.

1 Introdução

Durante a segunda metade do século XX, a aviação mundial apresentou um grande crescimento, principalmente em países como Estados Unidos e Canadá, assim como no continente europeu[16]. Muito deste crescimento se deve ao fato de as passagens estarem cada vez mais baratas e os aviões cada vez mais seguros[13]. A aviação civil brasileira também se desenvolveu nesse período, porém com menor intensidade. Parte dos motivos por esse crescimento inferior, quando comparado com o crescimento de países desenvolvidos, estão relacionados à falta de infra-estrutura aeroportuária para alocar elevada demanda de voos[15].

Contudo, mesmo com um crescimento inferior, o Brasil ainda foi berço para algumas grandes companhias aéreas, tal como Viação Aérea Rio-Grandense (VARIG)[1], LATAM Airlines Brasil e GOL Linhas Aéreas Inteligentes [5]. A primeira delas, inclusive, foi responsável por levar o nome da aviação brasileira por diversos países do mundo, sendo muito respeitada e reconhecida pela qualidade de seus serviços. Já a segunda, por sua vez, surgiu como TAM Linhas Aéreas e, em 2016, fundiu-se com a companhia aérea de origem chilena LAN Airlines [22]. Mesmo estando consideravelmente atrasado em relação aos países desenvolvidos quando o assunto é aviação comercial, é possível observar um crescimento considerável do setor no Brasil nos últimos 19 anos. A fim de se

obter uma melhor compreensão sobre a aviação brasileira, explorar os dados dos vôos ocorridos é uma alternativa viável.

Neste contexto, o presente trabalho visa apresentar uma análise sobre a evolução do sistema aéreo brasileiro, de 2000 a 2019, a partir de dados disponibilizados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) do Brasil, com mais de 2,6 milhões de voos. Para realizar esta análise, será utilizada a metáfora de Análise de Redes Sociais que, sob uma perspectiva matemática, são muito similares a redes de transporte por compartilharem características fundamentais [9]. Esta metáfora é uma metodologia bem fundamentada para analisar redes complexas por meio do uso de uma base matemática abstraída da teoria dos grafos. Além disso, a análise de redes sociais tem sido utilizada como ferramenta para melhorar o planejamento de transportes [8].

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2, são expostas a metodologia proposta para o desenvolvimento do trabalho, a base de dados e as ferramentas utilizadas. Na seção 3, são apresentados e discutidos os resultados obtidos. Por último, na seção 4, são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2 Material e Métodos

Para iniciar a análise do crescimento da aviação civil brasileira, é importante contextualizar o cenário econômico do país perante a aviação global. Para isso, foi realizada uma pesquisa, apresentada na subseção 2.1, que permite a compreensão dos principais pontos fortes e fracos do Brasil quando comparado com países mais desenvolvidos. Além disso, nas subseções subsequentes, são analisados alguns dados importantes sobre o crescimento do setor aeronáutico no Brasil e sua distribuição pelo território nacional. As bases de dados são apresentadas na subseção 2.2, as ferramentas utilizadas, na subseção 2.3, e as métricas analisadas são discutidas na subseção 2.4.

2.1 Cenário Atual da Aviação Civil Brasileira

Durante os primeiros dez anos do século XXI, a aviação comercial brasileira foi marcada por alguns acidentes que mudariam drasticamente o futuro do setor no Brasil. O mais icônico deles, ocorrido em julho de 2007 no Aeroporto de Congonhas, em São Paulo, envolvendo o voo da empresa TAM de número JJ3054 em que o avião, durante o procedimento de pouso, não obteve sucesso ao reduzir sua velocidade e atingiu um prédio da mesma empresa [18], trouxe à tona diversos problemas da aviação brasileira.

Dentre os problemas mais importantes destacados pelo acidente e posterior relatório de investigação[6], estão a falta de preparo da tripulação para operar o equipamento e a baixa qualidade estrutural apresentada pelo aeroporto em questão. Contudo, sabe-se que na aviação todos os acidentes ou incidentes vêm acompanhados por lições e aprendizados e, quando aplicados, ajudam a evitar futuros acidentes. Assim, nos anos subsequentes, a aviação civil brasileira sofreu

profundas mudanças e melhorias, permitindo que chegasse a ocupar a quinta posição global em segurança operacional no ano de 2016 ¹.

Contudo, não são apenas segurança operacional e infra-estrutura que levam ao crescimento da aviação. Com o passar dos anos e o surgimento de tecnologias cada vez mais baratas, houve uma diminuição dos preços pagos pelos passageiros para suas viagens aéreas. E, além disso, a utilização de aeroportos *hubs* para concentrar os passageiros que estão indo para o mesmo destino permite que a companhia aérea reduza custos de forma significativa [14].

2.2 Bases e dados

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas diversas bases de dados disponibilizadas pela ANAC do Brasil. Cada uma delas apresenta todos os voos planejados, tenham sido eles realizados ou cancelados, juntamente com suas respectivas informações, tais como companhia aérea operadora, número do voo, horários de decolagem e pouso estimados e reais, entre outros ².

Contudo, as bases de dados disponibilizadas pela agência contêm dados brutos de cada mês a partir de janeiro de 2000. Contudo, mesmo estando de posse de dados dos meses iniciais de 2020, tal ano foi descartado de todas as análises por não estar completo. Assim, foram utilizados dados de 872.839 voos planejados de 2000 e 982.980 voos planejados de 2019, que era o último ano com dados completos. Para se obter uma ideia mais precisa da evolução, buscou-se um ano intermediário, tendo sido selecionado o ano de 2009, que totalizou 972.154 voos planejados. Foram excluídos dados dos voos cancelados. A análise final foi executada sobre 2.626.051 voos realizados, sendo 787.819 em 2000, 873.036 em 2009 e 965.195 em 2019. Estes dados são sumarizados na Tabela 1.

Table 1. Quantidade de voos analisadas neste estudo.

| Ano | Planejados | Realizados |
|-------|------------|------------|
| 2000 | 982.980 | 787.819 |
| 2009 | 872.839 | 873.036 |
| 2019 | 972.154 | 965.195 |
| Total | 2.827.973 | 2.626.051 |

2.3 Ferramentas

Para a execução deste trabalho, foi utilizada a linguagem de programação Python[21], a ferramenta Anaconda Python/R [17] juntamente com o Ambiente Integrado de Desenvolvimento Spyder [19]. Com estes recursos, foi possível criar algoritmos

¹ <https://www.anac.gov.br/noticias/2016/oaci-ratifica-o-brasil-entre-os-melhores-avaliados-em-seguranca-operacional>

² <https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/historico-de-voos>

capazes de analisar bases de dados. A ferramenta Gephi 0.9.2 [2] foi utilizada para análise de redes sociais, visualização de grafos e cálculo das métricas de grau e centralidade de intermediação.

2.4 Métricas

O grau de um aeroporto indica com quantos outros aeroportos ele teve uma viagem direta. A métrica de Centralidade de Intermediação (CI) mensura quantas vezes o aeroporto faz parte do caminho mais curto entre outros dois aeroportos. Assim, esta métrica indica a importância do aeroporto como *hub* de interligação entre outros aeroportos [11]. A aplicabilidade das redes sociais para a análise de tráfego aéreo entre aeroportos se deve ao fato de ser uma metáfora amplamente utilizada para representar as relações entre membros de uma comunidade [4]. O enfoque de análise de redes sociais é um conjunto de técnicas com foco no estudo da estrutura social, considerando primariamente os dados das relações e o contexto social dos elementos, em detrimento das propriedades individuais destes elementos.

3 Resultados e Discussões

A Figura 1 mostra a quantidade de voos mensais nos anos selecionados: 2000, 2009 e 2019. É possível verificar uma tendência de crescimento da aviação comercial brasileira nos últimos anos. O ano de 2019 apresenta a maior quantidade de voos, para todos os meses, nos anos analisados. No ano de 2009, janeiro e fevereiro não seguiram o padrão de estarem entre os meses com mais voos no ano, apresentando inclusive valores inferiores ao ano de 2000, mas a partir de março houve uma reação do mercado de aviação e verifica-se uma tendência de crescimento ao longo dos meses seguintes. Isso se deve, principalmente, a efeitos da crise ocorrida entre os anos de 2007 e 2008, a qual afetou o mercado financeiro e, por conseguinte, o turismo como um todo [10].

O setor de aviação é muito atingido por crises de qualquer espécie, desde crises sanitárias e ambientais, até crises financeiras e criminosas, como ataques terroristas de 11 de setembro de 2001 [12]. O motivo por trás disso é que, em um momento de insegurança e tensão, as pessoas tendem a ficar em suas casas, evitando qualquer tipo de viagem.

A seguir, a subseção 3.1 apresenta os aeroportos mais movimentados do país, a subseção 3.2 aborda os principais *hubs* do país e a subseção 3.3 discute os *hubs* internacionais.

3.1 Principais aeroportos

O Brasil é um país vasto e repleto de diferenças. Cada estado possui um nível de desenvolvimento diferente, assim como um nível de acesso a tecnologias e poder aquisitivo. Neste contexto, os aeroportos da região sudeste se destacam

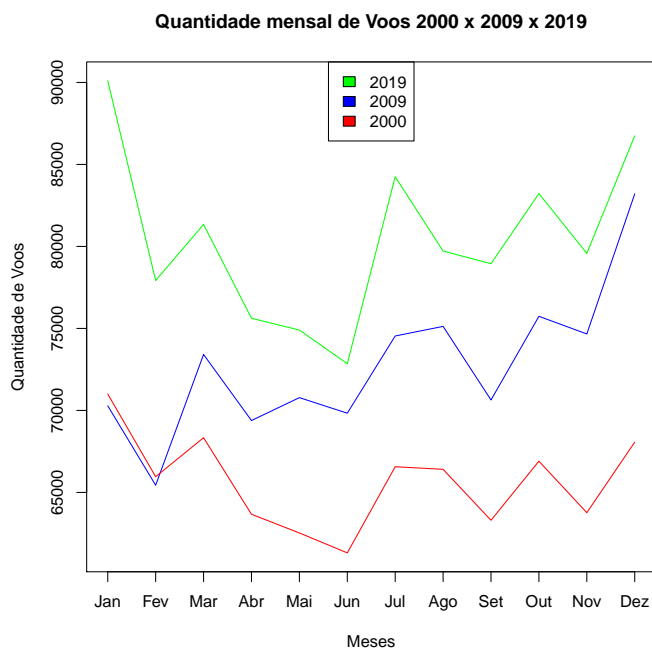


Fig. 1. Quantidade mensal de voos nos anos de 2000, 2009 e 2019.

em relação ao número de voos, já que, além de ser a região com maior riqueza, é um ponto geográfico do país localizado próximo ao centro vertical.

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva da quantidade de voos por aeroporto para os anos analisados. É possível verificar que a ampla maioria dos aeroportos tem uma quantidade baixa de voos, com menos de um voo diário, evidenciados pelos valores das Mediana inferiores a 365. Na mesma tabela, os valores do primeiro quartil (Q_1) inferiores a 24, indicam que mais de 25% dos aeroportos operam menos de dois voos mensais. Já os valores do terceiro quartil (Q_3) indicam que 75% dos aeroportos tem em torno de três voos diários, ou menos. Já a quantidade de aeroportos mostra que de 2000 a 2009 houve uma leve redução da quantidade de aeroportos em operação. Já no próximo período, de 2009 a 2019, houve um aumento próximo a 20% da quantidade de aeroportos em operação, o que impactou negativamente na média e mediana da quantidade de voos por aeroporto.

Comparando a distribuição dos aeroportos no Brasil com a mesma nos Estados Unidos, é possível perceber que este segundo possui uma maior quantidade de aeroportos menores e que recebem apenas voos regionais. A conexão entre uma cidade importante e maior com uma menor, chamada de aviação regional, ainda está se desenvolvendo lentamente no Brasil, enquanto nos EUA já está operando fortemente [20].

Table 2. Estatísticas descritivas das quantidades de voos por aeroporto.

| Ano | Aeroportos | Min | Q_1 | Mediana | Média | Q_3 | Max |
|------|------------|-----|-------|---------|-------|-------|--------|
| 2000 | 306 | 1 | 21 | 286 | 2575 | 1108 | 84674 |
| 2009 | 293 | 1 | 8 | 257 | 2980 | 1209 | 97561 |
| 2019 | 357 | 1 | 10 | 111 | 2468 | 690 | 125071 |

Legenda: Min: Valor Mínimo, Q_1 : Primeiro Quartil, Q_3 : Terceiro Quartil, Max: Valor Máximo.

A Figura 2 apresenta o diagrama de caixa com as quantidades de voo para cada aeroporto do Brasil nos anos de 2000, 2009 e 2019. No extremo superior, são enfatizados os cinco aeroportos com mais voos em 2019: Guarulhos-SP (SBGR), Congonhas-SP (SBSP), Brasília-DF (SBBR), Viracopos-SP (SBKP) e Confins-MG (SBCF), e é apresentada como foi a evolução da quantidade de voos, em comparação com os anos de 2000 e 2009. Foram traçadas linhas verdes quando houve aumento na quantidade de voos e vermelhas quando houve redução entre os anos analisados.

Ainda existe um longo caminho para o Brasil no tocante a conectar regiões remotas do país às metrópoles. Um fator dificultante é a baixa renda de grande parte da população quando comparada com a renda dos Estados Unidos, por exemplo. A desvalorização da moeda nacional perante o Dólar Americano implica na redução do acesso à aviação.

3.2 Hubs Brasileiros

Para visualizar a importância dos aeroportos e suas interrelações, os grafos são um método adequado. A Figura 3 apresenta os voos entre aeroportos no ano de 2019. Cada aeroporto é representado por um nodo, ou círculo, onde o tamanho do nodo é proporcional à quantidade de voos que passaram pelo aeroporto. A cor do nodo varia de vermelho, para aeroportos que fazem papel de hubs, até azul, para aeroportos que tem voos para um ou poucos destinos. Valores médios nesta escala tem cores mais próximas a branco. Os dez aeroportos com maior métrica CI são apresentados na Tabela 3. O grau indica com quantos outros aeroportos há linhas.

A partir destes dados, as evidências apontam que o Aeroporto Internacional de Guarulhos (SBGR), em São Paulo, possui o maior número de voos, maior quantidade de linhas com outros aeroportos (grau) e maior métrica de CI, e, portanto, é possível considerá-lo como um dos principais *hubs* brasileiros. O motivo de Guarulhos apresentar tantos voos é que a maioria das empresas internacionais concentram seus voos nesse aeroporto e, como consequência disso, as empresas que realizam voos nacionais, tais como LATAM Airlines e GOL Linha Aéreas Inteligentes, precisaram adequar seus voos para permitir a conexão de seus passageiros que estão viajando para outro país.

O aeroporto de Viracopos em Campinas-SP também tem indicadores de grau e CI de destaque. Tal aeroporto tornou-se uma referência no país nos últimos anos

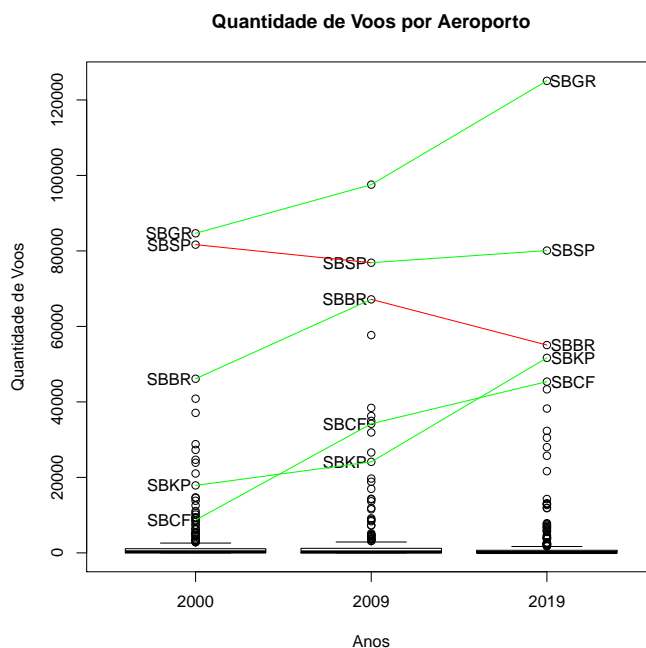


Fig. 2. Quantidade de voos anuais dos cinco maiores aeroportos em 2019.

principalmente pelo surgimento e crescimento da empresa Azul Linhas Aéreas Brasileiras S.A., a qual mantém como sua base fixa esse aeroporto. Essa empresa ficou muito famosa principalmente por inserir no mercado brasileiro voos regionais, ligando pequenas cidades que antes nem pensava-se que poderiam receber voos [3].

O aeroporto Eduardo Gomes em Manaus-AM é utilizado como um *hub* para a região Norte do Brasil. O aeroporto de Confins em Belo Horizonte-MG é utilizado como *hub* secundário para a Azul. Paralelamente, o aeroporto da Pampulha, na mesma cidade, tem buscado se tornar um *hub* para a aviação regional. O aeroporto Afonso Pena em São José dos Pinhais-PR e o Salgado Filho em Porto Alegre-RS têm travado uma disputa para se tornarem *hubs* para a região Sul do Brasil, estando ambos com métricas muito similares. O aeroporto do Galeão no Rio de Janeiro-RJ é utilizado como *hub* pela GOL.

Dois aeroportos de fora do Brasil, Jorge Chávez no Peru e Comodoro Arturo Merino Benítez no Chile, constam com métricas de destaque quando analisada a realidade brasileira. Estes aeroportos são utilizados como *hubs* pela LATAM, já que esta é uma empresa aérea internacional e que conecta, basicamente, todos os países da América do Sul.

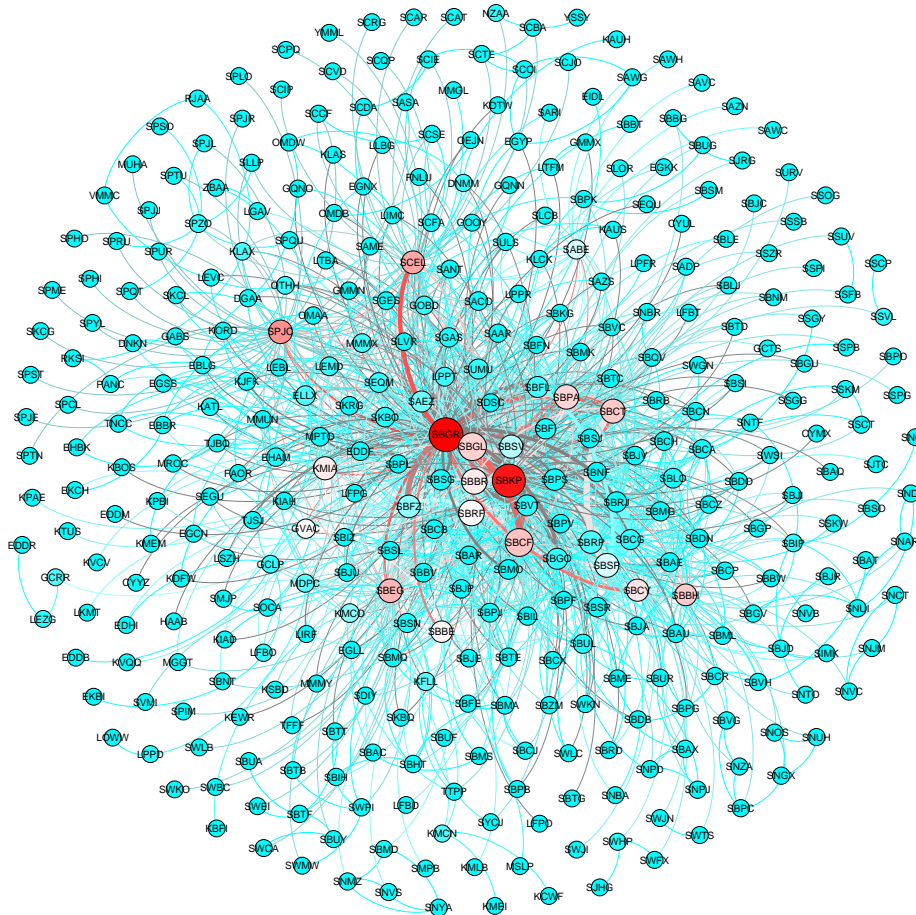


Fig. 3. Grafo apresentando os voos entre aeroportos em 2019.

3.3 Voos internacionais com o Brasil

O Brasil é um país em que a aviação ainda está se desenvolvendo, mas que ainda não pode ser comparada com a de países já desenvolvidos. Como apresentado na Subseção 3.2, o aeroporto brasileiro que mais se destaca como um *hub* é o de Guarulhos (SBGR), em São Paulo, visto que grande parte dos voos internacionais que conectam o Brasil com o mundo partem ou chegam nele. Contudo, manter todo o transporte aéreo internacional de um país em apenas uma cidade é algo arriscado e que está sendo modificado com o passar do tempo [7]. Conforme apresenta a Figura 4, o aeroporto do Galeão (SBGL), no Rio de Janeiro, também se destaca como um dos *hubs* internacionais do Brasil.

Conforme a Tabela 4, em termos de destinos internacionais envolvendo linhas aéreas que passam pelo Brasil, destacam-se os aeroportos de Santiago no Chile (SCEL), Lima no Peru (SPJC) e Miami nos Estados Unidos (KMIA).

Table 3. Dez aeroportos com maiores métricas de Centralidade de Intermediação (CI).

| | Sigla | Nome | Região | Grau | CI |
|----|-------|-----------------------------|---------|------|--------|
| 1 | SBGR | Guarulhos-SP | Sudeste | 146 | 0,2183 |
| 2 | SBKP | Viracopos-SP | Sudeste | 139 | 0,2021 |
| 3 | SPJC | Jorge Chávez-Peru | | 58 | 0,1135 |
| 4 | SCEL | Arturo Merino Benítez-Chile | | 53 | 0,0993 |
| 5 | SBEG | Eduardo Gomes-AM | Norte | 59 | 0,0868 |
| 6 | SBCF | Confins-MG | Sudeste | 95 | 0,0778 |
| 7 | SBCT | Afonso Pena-PR | Sul | 63 | 0,0726 |
| 8 | SBBH | Pampulha-MG | Sudeste | 43 | 0,0716 |
| 9 | SBGL | Galeão-RJ | Sudeste | 95 | 0,0675 |
| 10 | SBPA | Salgado Filho-RS | Sul | 66 | 0,0650 |

Esse último, por sua vez, serve como a principal porta de entrada dos brasileiros aos Estados Unidos.

Table 4. Dez aeroportos com maiores métricas de Centralidade de Intermediação (CI) considerando os voos internacionais.

| | Sigla | Nome | País | Grau | CI |
|----|-------|-----------------------|-----------|------|--------|
| 1 | SBGR | Guarulhos-SP | Brasil | 158 | 0,3606 |
| 2 | SPJC | Jorge Chávez | Peru | 112 | 0,2343 |
| 3 | SCEL | Arturo Merino Benítez | Chile | 99 | 0,1934 |
| 4 | SBGL | Galeão-RJ | Brasil | 89 | 0,1038 |
| 5 | KMIA | Miami | EUA | 49 | 0,0844 |
| 6 | SAEZ | Ministro Pistarini | Argentina | 56 | 0,0576 |
| 7 | SABE | Jorge Newbery | Argentina | 39 | 0,0543 |
| 8 | SBBR | Brasília-DF | Brasil | 40 | 0,0472 |
| 9 | KMCO | Orlando | EUA | 30 | 0,0462 |
| 10 | SBKP | Viracopos-SP | Brasil | 38 | 0,0460 |

Além de Miami, ainda existem voos para o Brasil partindo de Orlando-FL, Boston-MA, Nova Iorque-NY, Atlanta-GA, Dallas-TX, Houston-TX, Los Angeles-CA, Las Vegas-NV e Washington D.C. Na Europa, o aeroporto que se destaca por seu elevado número de voos para o Brasil é o de Lisboa, Portugal (LPPT).

3.4 Cenário Brasileiro em 2019

Após realizar todas as análises apresentadas neste trabalho, é inevitável também apresentar dados do momento em que este artigo está sendo escrito. O ano de 2019 foi um ano marcado por mudanças políticas significativas no Brasil, assim como protestos e outros acontecimentos.

Mas nos últimos anos, a aviação tem se tornando cada vez mais acessível. Muitas pessoas estão tendo oportunidade de voar pela primeira vez e isso, alguns

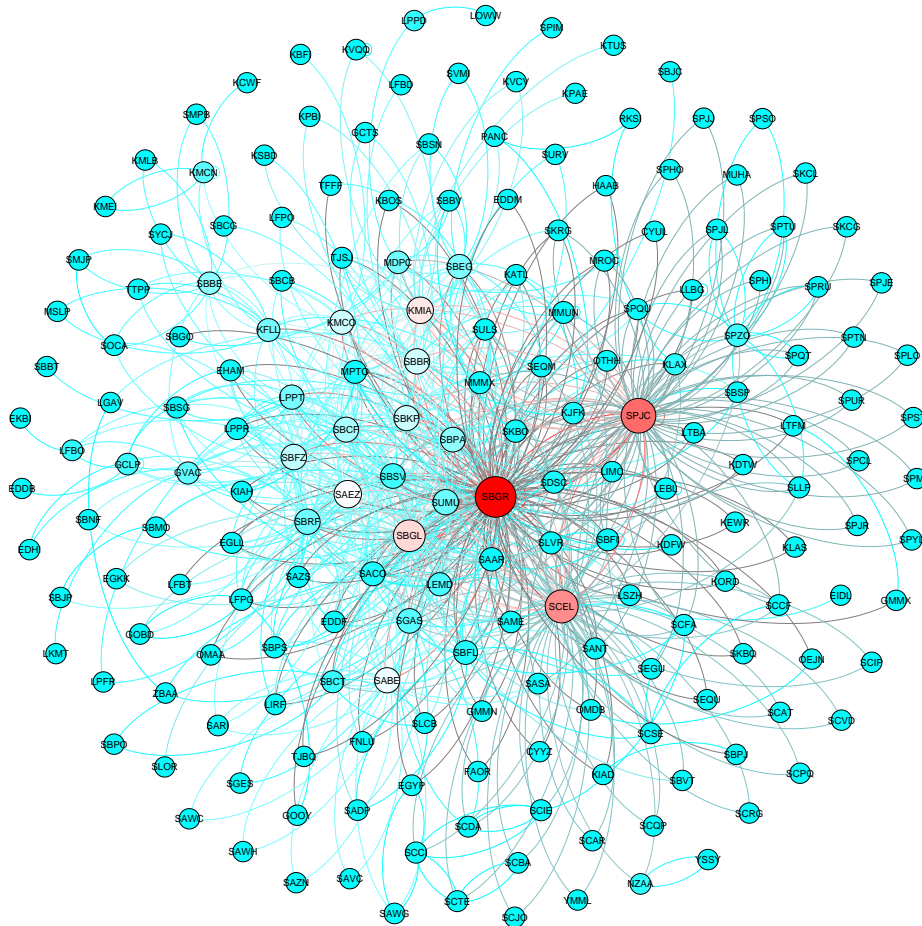


Fig. 4. Grafo apresentando os voos internacionais com relações com o Brasil.

anos atrás, era algo impensável. Nos dias atuais, perdeu-se a ideia de que aviação era algo elitizado e, além disso, abriram-se portas para pessoas de todas as classes sociais para que pudessem realizar seus primeiros voos.

4 Conclusões

Após todas as análises realizadas durante este trabalho, permanece evidente a enorme superioridade da região sudeste do país quando comparada com as outras regiões quando o assunto é aviação comercial. Isso se deve, em grande parte, pela sua localização geográfica, mas também por ter as duas cidades mais importantes do país.

A realização deste trabalho permitiu compreender melhor a formação e evolução da aviação comercial brasileira, além de realizar uma análise atual, baseada em

dados oficiais da Agência Nacional de Aviação Civil do Brasil. Com tal análise, foi possível compreender melhor sobre a distribuição dos voos dentro do território nacional e a formação de textithubs na região sudeste do país.

References

1. Andrade, T.A.: A crise VARIG/TAM e o uso de codeshare. In: Salgado, L.H., Motta, R.S.d. (eds.) *Regulação e Concorrência no Brasil: governança, incentivos e eficiência*, chap. 7, pp. 165–173. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro (2007)
2. Bastian, M., Heymann, S., Jacomy, M.: Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks. In: *Proceedings of International AAAI Conference on Weblogs and Social Media* (2009), <http://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/09/paper/view/154>
3. Bettini, H.F.A.J., Oliveira, A.V.M.: Transporte aéreo regional: entre economias de densidade e custos de transação. *Journal of Transport Literature* **5**(4), 171–187 (2011)
4. Camargo, S.S., Pinho, L.B., Saibene, Y.B.: Congreso argentino de agroinformática: Un análisis bibliométrico. In: *Anales del X Congreso Argentino de Agroinformática (CAI)*. pp. 434–445. Buenos Aires, Argentina (2018), <http://47jaiio.sadio.org.ar/sites/default/files/CAI-55.pdf>
5. Camargos, M.A., Minadeo, R.: Aquisições na aviação civil brasileira: Uma análise da trajetória da GOL e da VARIG até a sua aquisição. *Gestão e Sociedade* **1**(2) (7 2009). <https://doi.org/10.21171/ges.v1i2.562>, <https://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/562>
6. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos: Relatório final A - n° 67/CENIPA/2009. Tech. Rep. 1, Comando da Aeronáutica, Brasília (7 2007)
7. Cruvinel, R.R.d.S., Fortes, Sá, J.A.A.: Identificação de fatores para a efetivação da descentralização de voos internacionais regulares de passageiros no brasil. *Journal of Transport Literature* **9**(1), 35–39 (2015)
8. El-adaway, I.H., Abotaleb, I., Vechan, E.: Identifying the most critical transportation intersections using social network analysis. *Transportation Planning and Technology* **41**(4), 353–374 (2018). <https://doi.org/10.1080/03081060.2018.1453456>, <https://doi.org/10.1080/03081060.2018.1453456>
9. El-adaway, I.H., Abotaleb, I.S., Vechan, E.: Social network analysis approach for improved transportation planning. *Journal of Infrastructure Systems* **23**(2), 05016004 (2017). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000331](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000331), <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29IS.1943-555X.0000331>
10. Hall, C.M.: Crisis events in tourism: subjects of crisis in tourism. *Current issues in Tourism* **13**(5), 401–417 (2010)
11. Hossain, M., Alam, S., Rees, T., Abbass, H.: Australian airport network robustness analysis: a complex network approach. In: *Proceedings of 36th Australasian Transport Research Forum (ATRF)*. Brisbane (2013), <https://trid.trb.org/view/1286915>
12. International Labour Organisation. Sectoral Activities Programme: Issues Paper for Discussion at the Tripartite Meeting on Civil Aviation: Social and Safety Consequences of the Crisis Subsequent to 11 September 2001. International Labour Organization (2002)
13. Janic, M.: An assessment of risk and safety in civil aviation. *Journal of Air Transport Management* **6**(1) (12 1999). [https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(99\)00021-6](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(99)00021-6), <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969699799000216>

14. Martín, J.C., Román, C.: Analyzing competition for hub location in intercontinental aviation markets. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* **40**(2), 135–150 (2004). [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(03\)00037-1](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(03)00037-1), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554503000371>
15. Moreira, M.J.: O crescimento do setor de transporte aéreo e da infra-estrutura aeroportuária. In: *Anais do VII Simpósio de Transporte Aéreo*. Rio de Janeiro (11 2008)
16. Papatheodorou, A.: Civil aviation regimes and leisure tourism in europe. *Journal of Air Transport Management* **8**(6), 381 – 388 (2002). [https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(02\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(02)00019-4), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699702000194>
17. Raschka, S.: *Python Machine Learning*. Packt Publishing (2015)
18. Siqueira, C.B.: *Acidente da TAM vôo JJ 3054: Uma análise do gerenciamento de crise da companhia em 2007* (2010), monografia (Especialista em Comunicação Empresarial), Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, Brasil
19. Spyder Doc Contributors: *Spyder: The Scientific Python Development Environment — Documentation*. Spyder Collective, <http://spyder-ide.org/> (2018), <https://docs.spyder-ide.org/>
20. Truitt, L.J., Haynes, R.: Evaluating service quality and productivity in the regional airline industry. *Transportation Journal* pp. 21–32 (1994)
21. Van Rossum, G., Drake, F.L.: *Python 3 Reference Manual*. CreateSpace, Scotts Valley, CA (2009)
22. Vieira, L.D., Calicchio, A.C., Ziller, M.A.: O caso LATAM: uma fusão como posicionamento estratégico. *Revista Ciências Administrativas* **17**(2), 465–488 (2014). <https://doi.org/10.5020/2318-0722.17.2.%p>, <https://periodicos.unifor.br/rca/article/view/3257>