

EFEITOS DA CRISE COVID-19 NA CONNECTIVIDADE DOMÉSTICA NOS AEROPORTOS PEQUENOS DAS REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL

FABIANA PEIXOTO DE MELLO

Prova para obtenção de grau de Mestre em Operações de Transporte Aéreo

Novembro de 2021

Versão definitiva

ISEC LISBOA | INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS

Escola de Gestão, Engenharia e Aeronáutica

Prova para obtenção de grau de Mestre em Operações de Transporte

Aéreo

**EFEITOS DA CRISE COVID-19 NA CONECTIVIDADE DOMÉSTICA NOS
AEROPORTOS PEQUENOS DAS REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL**

Autora: Fabiana Peixoto de Mello

Orientadora: Filipa Fernandes

Novembro de 2021

Agradecimentos

Nada teria sido possível sem a minha família - Tereza Cristina, Antônio Carlos, Alexandre, Isabela, Henrique e Luiz – e o amor incondicional que me acompanhou pelo caminho.

Esta pesquisa é uma minúscula contribuição ao conhecimento aeronáutico, mas representa dois anos de uma incrível experiência pessoal.

O conhecimento acadêmico não é adquirido apenas em aulas e livros, mas através do contato com profissionais do setor que vivenciam os problemas sobre os quais apenas teorizamos. Tive sorte de conviver com talentosos e experientes experts em aviação que generosamente compartilharam sua sabedoria comigo. Agradeço especialmente a Carlos Alberto de Mattos Bento, Eurico Brito, Francisco de Assis de Souza Campos Lyra, Professor Alessandro Oliveira e Doriêdo Luiz dos Prazeres. Dedico especial agradecimento à Professora Ana Cristina Freitas pela supervisão dos cálculos estatísticos.

RESUMO

Grandes impactos na demanda por transporte aéreo como a pandemia COVID-19 tendem a causar efeitos estruturais de longo prazo. A conectividade aérea das regiões Norte e Nordeste do Brasil é essencial para a integração com o resto do território brasileiro e para o desenvolvimento econômico. Estas regiões têm os menores PIB per capita do país e altos níveis de desigualdade. Os aeroportos destas regiões são predominantemente pequenos e têm baixa conectividade. Pesquisamos o impacto comparativo da pandemia em aeroportos grandes e pequenos. Para isto, adaptamos o Airport Connectivity Quality Index (ACQI) de Wittman & Swelbar (2013) e o calculamos para todos os aeroportos brasileiros com base nas etapas combinadas de rotas domésticas de passageiros no Brasil durante dois períodos: 1) Pré-COVID – 975.270 voos entre Outubro de 2019 e Março de 2020; 2) Durante o COVID – 549.357 voos entre Outubro de 2020 e Março de 2021. Encontramos maior perda de conectividade em aeroportos grandes, localizados em municípios com PIBs altos e maior população, do que em aeroportos pequenos.

Durante o COVID, na Região Norte, companhias aéreas regionais e sub-regionais operando aeronaves menores em rotas menos densas introduziram novas rotas intrarregionais com impacto socioeconômico importante. A viabilidade deste modelo de negócios na Região Norte parece derivar da deficiência dos outros modais de transporte de passageiros na região. Em termos de política pública, a conectividade na Região Norte se beneficiaria de incentivos para a criação de companhias aéreas regionais e sub-regionais e de proteção de suas operações de condutas anticompetitivas.

Palavras-chave

Modelo de negócios, conectividade aérea, ACQI, COVID-19, Aeroporto pequeno, país em desenvolvimento, Brasil

ABSTRACT

Major impacts on the demand for air transportation such as the COVID-19 pandemic tend to have long-term structural effects. Air connectivity in the North and Northeast regions of Brazil is essential for the integration with the rest of the Brazilian territory and for economic development. These regions have the lowest per capita GDPs in the country and high levels of income inequality. The regions' airports are predominantly small and with low connectivity. In this paper, we research the comparative impact of the pandemic on large and small airports. To accomplish this, we adapted Wittman & Swelbar's (2013) Airport Connectivity Quality Index (ACQI) and calculated it for all Brazilian airports based on combined stages of regular domestic passenger routes in Brazil during two time periods: 1) Pré-COVID - 975,270 flights between October 2019 - March 2020; and 2) During COVID - 549,357 between October 2020 - March 2021. We found that larger airports, located in places with higher GDP and population, lost more connectivity quality than smaller airports.

During COVID, in the Northern Region, regional and sub-regional airlines operating smaller aircraft on less dense routes introduced new regular intra-regional routes with an important socioeconomic impact. The viability of this business model in the North Region seems to result from the deficiency of other methods of passenger transport in the region. In terms of public policy, connectivity in the Northern Region would benefit from incentives to create regional and sub-regional airlines and from protecting operations from anti-competitive conduct.

Key words

Business model, air connectivity, ACQI, COVID-19, small airport, developing country, Brazil

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice de figuras	v
Índice de Tabelas	vi
1. Introdução	1
1.1. Transporte aéreo no Brasil	4
2. Revisão de Literatura	8
3. Metodologia	10
3.1. ACQI (Airport Connection Quality Index)	12
3.1.1. 2 Fator de ponderação baseado na qualidade do aeroporto (wh)	12
3.1.2. Média de voos diários fa,h	14
3.1.3. Quantidade de destinos d	14
3.1.4. Fator de ponderação da quantidade de etapas α	15
3.2. Fórmula adaptada	16
4. Resultados e discussão	17
4.1. Baixa conectividade na Região Norte	18
4.2. Duração da viagem	19
4.3. Horário da viagem	20
4.4. Importância da renda na conectividade	21
4.5. Variações na conectividade segundo o tamanho dos aeroportos	23
4.6. Parâmetros operacionais como medida da conectividade	23
4.7. Importância do modelo de negócios na conectividade	24
5. Conclusão	26
6. Referências	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Regiões brasileiras	1
Figura 2	Aeroportos brasileiros por percentual de passageiros embarcados em 2019 (ANAC, 2021)	4
Figura 3	Mapa multimodal de transporte nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil (Brasil, 2021)	5
Figura 4	Principais aeroportos localizados a menos de 500km do Aeroporto de Recife – SBRF - Nordeste	7
Figura 5	Histograma do ACQI dos aeroportos da Região Norte em outubro de 2019 a março de 2020 e outubro de 2020 a março de 2021	18
Figura 6	Histograma do ACQI dos aeroportos da Região Nordeste em outubro de 2019 a março de 2020 e outubro de 2020 a março de 2021	18
Figura 7	Histograma da duração das Rotas Regulares em cada período estudado (ANAC, 2021)	19
Figura 8	Rotas Regulares por horário de partida do voo por região de origem (ANAC, 2021)	20
Figura 9	Tarifa média de Rotas Regulares por ligação (ANAC, 2021)	22

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Principais indicadores de regiões brasileiras (IBGE/SIDRA, 2021) (ANAC, 2021)	1
Tabela 2	Percentual de passageiros desembarcados para reembarque em conexões domésticas no 4º Trimestre de 2019 por Região de origem (ANAC, 2021)	11
Tabela 3	Classificação de aeroportos por tamanho da FAA (FAA, 2020b) (ANAC, 2021)	13
Tabela 4	Quinze aeroportos brasileiros com maior quantidade de passageiros desembarcados para reembarque em conexão doméstica no 4º trimestre de 2019 (ANAC, 2021)	14
Tabela 5	Fator de ponderação da etapa (α) para Rotas Regulares com mais de uma etapa por período e por região de origem (ANAC, 2021)	16
Tabela 6	Coeficiente de correlação de Pearson (r) (IBGE/SIDRA, 2021) (ANAC, 2021)	21
Tabela 7	Variação de ACQI por tamanho do aeroporto	23
Tabela 8	Novas Rotas Regulares operadas pela Azul Conecta e pela Voepass no 4º Trimestre de 2020 comparado com o mesmo período de 2019 (ANAC, 2021) (DistanciaCidades.Net, 2021) (Rome2rio, n.d.)	24

1. Introdução

O objetivo desta pesquisa é investigar se o impacto da crise de saúde pública e financeira causada pela pandemia COVID-19 na conectividade aérea regular de passageiros das Regiões Norte e Nordeste do Brasil foi mais severo em aeroportos pequenos que em aeroportos médios e grandes, à semelhança do encontrado em outros estudos de aeroportos dos EUA. Manter a conectividade aérea em regiões brasileiras mais pobres e com maior desigualdade é crucial para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades e para manter a grande território brasileiro.

O Brasil é dividido em vinte e seis estados mais o Distrito Federal, agrupados em 5 regiões (Figura 1). As Regiões Norte e Nordeste têm os menores PIB per capita e as maiores desigualdades (Tabela 1).

Figura 1 - Regiões brasileiras



Tabela 1 - Principais indicadores de regiões brasileiras (IBGE/SIDRA, 2021) (ANAC, 2021)

Região	PIB R\$ 2018	PIB per capita R\$ 2018	Índice GINI de renda domiciliar per capita 2018	Embarques por habitante 2019
Brasil	7.004.141.002	35.621,8	0,85	0,45
Norte	485.714.812	1.930,9	0,79	0,25
Nordeste	906.647.944	1.817,4	0,79	0,34
Centro-Oeste	694.910.924	4.296,5	0,84	0,74
Sudeste	3.721.316.871	15.529,1	0,88	0,54
Sul	1.195.550.451	12.047,9	0,77	0,42

O estudo da conectividade aérea em regiões de grande desigualdade é importante porque o transporte aéreo está relacionado ao crescimento econômico. A direção e a intensidade do relacionamento entre o crescimento da demanda por transporte aéreo e o crescimento econômico são objeto de abundante literatura (e.g., Marazzo et. al., 2010; Chi & Baek, 2013; Mukkala & Yervo, 2013; Chi, 2014; Baker et al., 2015; Hakim & Merkert, 2016; Brida et al., 2018; Tolcha et al.; 2020). À semelhança do registrado na literatura, o transporte aéreo de passageiros no Brasil está fortemente relacionado à renda. Entre 2003 e 2010, a redução da desigualdade econômica gerou um crescimento de 170% na receita quilômetro passageiro (RPK) (Frazão & Oliveira, 2020).

O transporte aéreo é uma demanda derivada, necessária como consequência de outra atividade econômica (e.g. turismo ou comércio). Logo, quanto mais intensa a atividade econômica, maior a demanda pelo transporte aéreo; a relação também opera na outra direção e a atividade de transporte aéreo também afeta a atividade econômica. Em revisão de literatura, Zhang & Graham (2020, p.12) concluíram que “o crescimento no tráfego aéreo parece ter efeitos multiplicadores em outras indústrias” mais significativamente em economias menos desenvolvidas. Usando um modelo de efeitos randômicos, Button et al. (2010) encontraram um aumento na renda per capita relacionado ao aumento no número

de passageiros transportado de e para localidades onde aeroportos pequenos são predominantes na Virgínia, EUA.

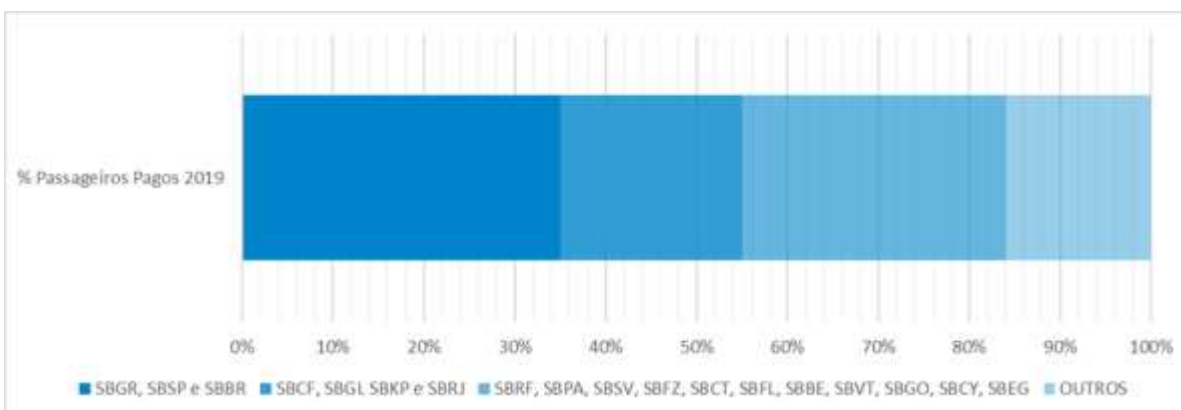
Em estudo do Brasil, Marazzo et al. (2010) concluíram que a demanda de passageiros por transporte aéreo e o crescimento econômico estão correlacionados e que a oferta de transporte aéreo reage mais rapidamente e mais intensamente a impulsos da demanda de passageiro, como o que aconteceu durante a pandemia COVID-19, que vice-versa. Especificamente, na Região Norte do Brasil, usando o método de causalidade de Granger, Fernandes et al. (2021) encontraram uma relação causal bidirecional entre o PIB e o transporte aéreo.

Nos últimos vinte anos, o Brasil experimentou reduções no número de passageiros pagos em rotas domésticas em 2003, 2013 e 2016, mas em nenhuma destas ocasiões a redução foi tão severa quanto a causada pela pandemia COVID-19. Grandes crises de demanda, como a causada pela pandemia COVID-19, tendem a causar efeitos estruturais de longo prazo no transporte aéreo de passageiros. Imediatamente após o choque acontece a racionalização da capacidade, que é a “redução ativa na quantidade de assentos disponíveis” (Wittman, 2014, p.35). A seguir, mesmo quando os indicadores macroeconômicos se recuperam, a restrição da oferta continua. As companhias aéreas adotam uma estratégia denominada “disciplina de capacidade”, que é “a restrição do crescimento de capacidade de assentos” (Wittman, 2014, p.35). Depois dos ataques terroristas de 11 de setembro de 2001, o transporte internacional de passageiros nos EUA sofreu um impacto estrutural negativo de longo prazo (Ito & Lee, 2005 e Chi, 2014). Do mesmo modo, o impacto da crise financeira de 2008 perdurou mesmo após a recuperação econômica e a estabilidade dos preços de combustíveis, porque as companhias aéreas mantiveram a capacidade baixa comparada com níveis históricos (Wittman & Swelbar, 2014).

1.1. Transporte aéreo no Brasil

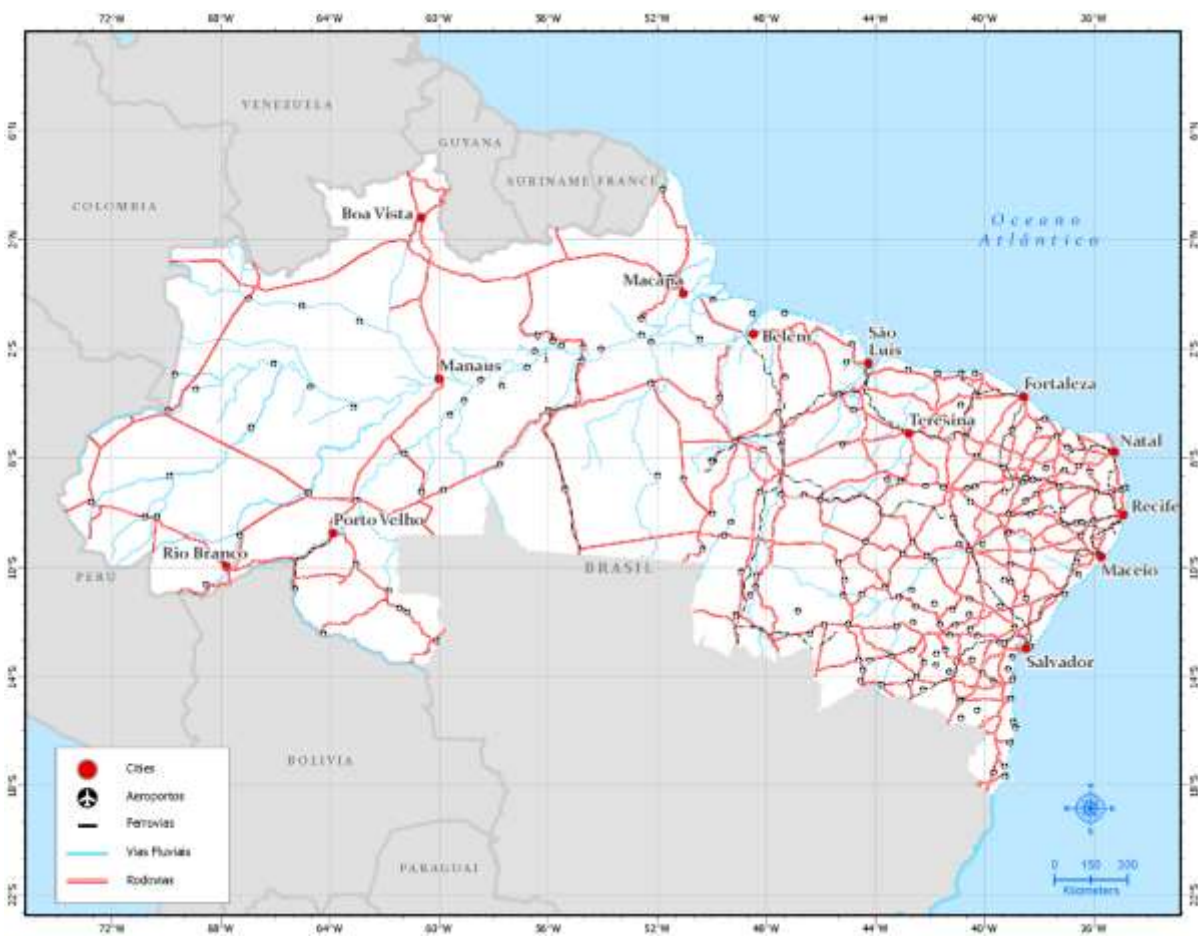
A infraestrutura de transporte aéreo no Brasil espelha as enormes desigualdades de renda intra- e inter-regionais. Em 2019, sete aeroportos (SBGR-Sudeste, SBSP-Sudeste, SBRR-Centro-Oeste, SBCF-Sudeste, SBGL-Sudeste, SBKP-Sudeste, e SBRJ-Sudeste) embarcaram 55% do total de passageiros pagos em rotas domésticas no Brasil (Figura 2). Aeroportos nas Regiões Norte e Nordeste eram predominantemente pequenos: 79% dos aeroportos servindo rotas regulares domésticas de passageiros na Região Nordeste e 94% na Região Norte embarcaram menos que 1% do total de passageiros pagos no Brasil em 2019 (ANAC, 2021).

Figura 2 - Aeroportos brasileiros por percentual de passageiros embarcados em 2019 (ANAC, 2021)



Tanto a Região Norte quanto a Região Nordeste têm altas desigualdades e aeroportos predominantemente pequenos, mas o transporte regular de passageiros tem peso diferente na conectividade de cada uma delas. A infraestrutura de transporte em cada região agrava ou corrige as deficiências da conectividade aérea. Na Região Norte, onde há enorme escassez de opções de transporte, o transporte aéreo de passageiros desempenha um papel essencial (Alves & Amaral, 2012; Silva & Bacha, 2014). A infraestrutura de transporte é extremamente deficiente e a topografia impõe sérios obstáculos logísticos. A Região Norte tem a rede rodoviária menos densa do país (2,5 km/1000 km²), a maior extensão territorial (45% do território brasileiro), e a menor densidade populacional (Figura 3).

Figura 3 - Mapa multimodal de transporte nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil (Brasil, 2021)



Na Região Norte, a distância geodésica não guarda proporção linear com o tempo de viagem por meios de superfície. Como exemplo, a capital mais próxima de Macapá (capital do Estado do Amapá) é Belém (capital do Estado do Pará); em linha reta, a distância entre as cidades é de 330km, mas a rota é de 439km, envolvendo mais de uma travessia de balsa, e a duração da viagem é de 1 dia e 15 horas (DistanciaCidades.Net, 2021).

As comunidades da Região Norte são pouco conectadas de um modo geral. O deslocamento do passageiro na Região Norte, por qualquer modal, é fundamental para o acesso a serviços essenciais. Vários estudos documentam, por exemplo, o papel do isolamento no acesso a serviços de saúde em populações ribeirinhas (Vilas Bôas & Oliveira, 2016; Guimarães et al., 2020; Pontes, 2009).

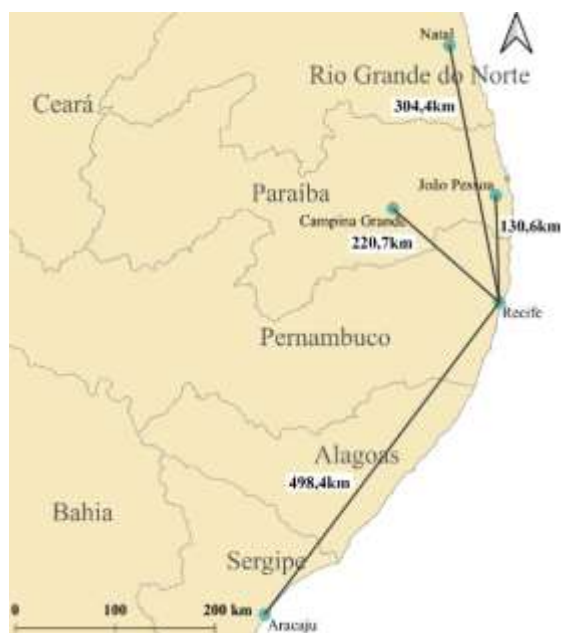
“Os centros urbanos são buscados para o acesso aos serviços não ofertados nas comunidades, como o recebimento de aposentadorias e benefícios (o que representa em média 45% da renda familiar), bem como para a venda da produção familiar (37% da renda) e compra de produtos manufaturados (PERALTA e LIMA, 2013; MOURA et al. Al. 2016; NASCIMENTO, 220). Sazonalmente, questões ambientais (como cheias e secas extremas) fazem com que as famílias se desloquem temporariamente. Nessas situações, 6% das famílias hospedam-se na casa de familiares (SIMDE, 2018).

O deslocamento de pessoas também é comum para o acesso à educação e atendimento da saúde (MEDEIROS et al., 2018).” (Andrade et al., 2020)

Na Região Nordeste, por outro lado, o transporte rodoviário pode substituir o transporte aéreo. A Região Nordeste tem uma malha rodoviária densa (13,1 km/1.000km²). A malha rodoviária da Região Nordeste é ligeiramente mais densa até mesmo que a da Região Sudeste (13,0 km/1.000km²), que tem 60% de sua extensão territorial e o maior PIB do Brasil. A Região Nordeste também tem também uma frota considerável de veículos de passeio que aumentou 128,7% entre 2009 e 2019 (CNT, 2019b).

Na Região Nordeste, há superposição da área de influência de vários aeroportos próximos o suficiente para que o modal rodoviário substitua o aéreo em viagens domésticas intrarregionais. Esta situação é mais evidente na área de influência da metrópole de Recife (PE) (Figura 4).

Figura 4 - Principais aeroportos localizados a menos de 500km do Aeroporto de Recife – SBRF - Nordeste



Em suma, as Regiões Norte e Nordeste têm conectividade aérea bastante vulnerável a choques de demanda porque têm baixa renda média e alta desigualdade. Seus aeroportos também são mais vulneráveis porque são predominantemente pequenos. Na Região Norte, especialmente, a perda de conectividade aérea regular de passageiros tem efeitos socioeconômicos extremamente danosos porque os modais alternativos de transporte não são satisfatórios. Por tudo isto, o estudo da conectividade aérea destas regiões é essencial para subsidiar políticas públicas de desenvolvimento e de transporte.

2. Revisão de Literatura

Esta pesquisa complementa a literatura internacional sobre o impacto de choques macroeconômicos em aeroportos pequenos analisando o impacto da pandemia COVID-19 na conectividade aérea no Brasil. Para medi-la, adotamos a métrica de conectividade aeroportuária desenvolvida por Wittman e Swelbar (2013).

A literatura que estuda os efeitos de choques macroeconômicos em aeroportos pequenos é escassa. Nos EUA, Wittman (2014, p.3) concluiu que “as companhias aéreas cortaram voos em aeroportos grandes em 8,8% de 2007-2012, em comparação com uma redução de 21,7% em voos de aeroportos menores no mesmo período”. Bachwich (2017) argumenta que esta redução em aeroportos dos EUA é explicada pelo declínio do uso de jatos de 50 assentos em voos regionais pelas companhias aéreas tradicionais. Ele acrescenta que, apesar de as companhias aéreas ultra-low-cost terem substituído parte da capacidade das companhias aéreas tradicionais em hubs pequenos, elas operam com 5 a 12 vezes menos frequências e têm serviço mais volátil. O estudo determinou que de 2006 a 2015, aeroportos pequenos experimentaram uma redução em seus níveis de serviços, enquanto grandes hubs aumentaram a capacidade de assentos. No contexto da crise econômica enfrentada pela Europa que suscitou o questionamento da importância dos aeroportos pequenos e muito pequenos, Redondi et al. (2013, p.89) analisaram a duração média das viagens aéreas em 2011 e concluíram que, excluindo os aeroportos pequenos, “a divisão continental entre os países altamente e pobremente conectados aumenta”.

Impactos exógenos no mercado aeroportuário brasileiro têm efeitos diferentes conforme o tamanho do aeroporto. Depois da liberalização do setor aéreo (Janeiro de 2006 a Janeiro de 2008), o número de aeroportos operando voos regulares reduziu-se em todas as regiões brasileiras (Oliveira, 2009). A redução foi mais acentuada no Norte (17%) (Oliveira, 2009). A maior parte dos aeroportos que encerraram operações regulares eram pequenos – movimentando menos que 0,05% do total de passageiros (Oliveira, 2009).

Em pesquisa de transporte aéreo de passageiros, a conectividade, “definida como o grau em que os nodos de uma rede estão conectados entre si”, é normalmente medida no nível do aeroporto (Burghouwt & Redondi, 2013, p.37). O desafio de qualquer pesquisa sobre a conectividade é escolher a métrica adequada para melhor refletir a rede de transporte aéreo estudada.

Burghouwt e Redondi (2013, pp. 50) demonstraram que parâmetros operacionais (frequência, capacidade e número de destinos) são métricas pobres da importância e da acessibilidade, superestimando a última e subestimando a primeira. Sua análise mostrou que as métricas de conectividade empregadas na literatura acadêmica refletem melhor a acessibilidade e a centralidade do transporte aéreo. Lenaerts e Malina (2020) observaram que parâmetros operacionais também não medem os custos generalizados do transporte ou a qualidade das ligações. Os autores acreditam que o índice de qualidade da conexão do aeroporto (ACQI) de Wittman e Swelbar (2014) incorpora a “importância econômica, cultural e política” representando-lhes proporcionalmente ao seu “status de hub”, isto é, à quantidade de passageiros que movimentam. Observam, todavia, que o índice não distingue conexões viáveis de inviáveis. Explicam que são inviáveis as conexões que acrescentam tempo de viagem (voos de conexão e trânsito do passageiro no aeroporto) superior ao que se considera razoável na pesquisa. Explicam que todas as ligações diretas são, por definição, viáveis.

3. Metodologia

Este estudo centra-se em etapas combinadas de rotas domésticas regulares de passageiros (aqui denominada “Rota Regular”) com origem nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Rotas Regulares são as mais importantes para fins de conectividade e política pública porque são as prontamente disponíveis e a qualidade da conectividade é função da disponibilidade do voo. Por este motivo a análise não incluiu rotas não regulares (i.e. fretamentos ou charter). Também por este motivo foram considerados todos os voos de Rotas Regulares realizados, independentemente da quantidade de passageiros pagos transportada.

Os dados analisados compreenderam dois períodos: 1) Pré-COVID - 975,270 etapas combinadas de Rotas Regulares entre Outubro de 2019 e Março de 2020; e 2) Durante o COVID – 549.357 Rotas Regulares entre Outubro de 2020 e Março de 2021. As entradas foram extraídas dos microdados de etapas combinadas do mercado de transporte aéreo disponíveis no sítio eletrônico da ANAC. Os dados são obtidos pela ANAC junto às companhias aéreas em obediência à legislação local.

A ANAC disponibiliza dados relacionados a etapas básicas e etapas combinadas. “As etapas básicas são aquelas realizadas pela aeronave desde a sua decolagem até o próximo pouso, independente (sic) de onde tenha sido realizado o embarque ou o desembarque do objeto de transporte.” (ANAC , 2021) “As etapas combinadas identificam os pares de aeródromos de origem, onde houve o embarque do objeto de transporte, e destino, onde houve o desembarque do objeto de transporte, independente (sic) da existência de aeródromos intermediários, atendidos por determinado voo.” (ANAC, 2021).

A ANAC diferencia as conexões indiretas em voos com etapas e voos com conexão. A informação sobre voos com etapas é completa, mas a informação sobre voos com conexão não é. A ANAC informa a quantidade de etapas em uma determinada ligação em que o passageiro embarca em um aeroporto e desembarca em outro. Os aeroportos percorridos sob um mesmo voo recebem numeração sequencial. É possível, portanto, determinar a quantidade de etapas de um voo, o número da etapa, ou a sequência do aeroporto de origem, e a escala de destino, ou a sequência do aeroporto de destino.

A ANAC informa se o desembarque do passageiro ao final da etapa combinada era seu destino final, era para reembarque em conexão doméstica ou era para reembarque em conexão internacional. Não informa, todavia, os dados sobre os voos de conexão. As etapas combinadas em que houve desembarque e reembarque dos passageiros em conexões domésticas representam um percentual muito alto dos voos originados nas regiões estudadas (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), mas os dados destas conexões são limitados. Sabemos que uma determinada quantidade de passageiros foi reembarcada em outros voos domésticos naquele aeroporto, mas não em quais voos. A menos que expressamente designado de outro modo nesta pesquisa, a etapa a que a Rota Regular se refere é a etapa combinada.

Tabela 2 - Percentual de passageiros desembarcados para reembarque em conexões domésticas no 4º Trimestre de 2019 por Região de origem (ANAC, 2021)

Região	Percentual de passageiros desembarcados para reembarque em conexões domésticas no 4º Trimestre de 2019
Centro-Oeste	22%
Nordeste	25%
Norte	42%
Sudeste	12%
Sul	34%

3.1. ACQI (Airport Connection Quality Index)

Utilizamos o índice de conectividade ponderado proposto por Wittman & Selbar (2013a) - ACQI (*Airport Connection Quality Index*) - ajustado para as características da infraestrutura aeroportuária brasileira.

O ACQI (*Airport Connection Quality Index*) é calculado segundo a fórmula abaixo.

$$ACQI_a = \sum_{h \in H} f_{a,h} d_{a,h} w_h + \alpha \sum_{h' \in H} d'_{a,h'} w_{h'}$$

Onde,

$f_{a,h}$ é a média de voos regulares diários por destino do aeroporto a aos aeroportos do tipo h

$d_{a,h}$ é o número de destinos sem escalas do tipo h servidos pelo aeroporto a

$d'_{a,h'}$ é o número de destinos online ou codeshare tipo h servidos no aeroporto a

w_h é o fator de ponderação baseado na qualidade do aeroporto tipo h, e

α é o fator de ponderação da importância de destinos sem escala

3.1.1. Fator de ponderação baseado na qualidade do aeroporto (w_h)

Ao contrário de Wittman e Swelbar (2013a), não usamos a classificação de aeroportos por tamanho da FAA. O tráfego aéreo dos EUA é significativamente maior que o brasileiro. No Brasil foram realizados aproximadamente 915 mil voos regulares e não regulares em 2019 (ANAC, 2021), enquanto nos Estados Unidos foram realizados mais de 10 milhões voos regulares de passageiros (FAA, 2020a). A classificação da FAA terminaria por desconsiderar aeroportos como SBPB - Parnaíba, que embarcou 3.327 passageiros em Rotas Regulares em 2019, mas é o segundo aeroporto mais importante do Piauí (PI) (Tabela 3).

Tabela 3 - *Classificação de aeroportos por tamanho da FAA (FAA, 2020b) (ANAC, 2021)*

Categoria dos aeroportos	% de passageiros pagos embarcados no ano anterior	EUA	Brasil
Hubs grandes	>1%	30	21
Hubs médios	>0,25% <1%	32	19
Hubs pequenos	>0,05% <0,25%	74	24
Não hubs	>10.000 <0,05%	267	29
Total		347	93
Não primários e não hubs		1230	71

Em lugar da classificação a FAA, determinamos o peso dos aeroportos de destino como o percentual de passageiros pagos embarcados em Rotas Regulares no aeroporto no ano calendário de 2019. A classificação de aeroportos por quantidade de passageiros pagos embarcados em Rotas Regulares é consistente com a classificação por número de decolagens, com a importante exceção de SBKP (Aeroporto de Viracopos – Sudeste) que representava 6,2% do total de decolagens e 4,8% do total de passageiros embarcados em 2019. Este resultado se explica porque o Aeroporto de Viracopos é o hub da Azul de onde saem rotas regionais em média menos densas. A classificação também é consistente com o mapa de fluxos aéreos do IBGE (2013) que mensura as ligações aéreas conforme sua duração e seu custo.

O uso de dados de etapas combinadas tem por efeito reforçar o peso dos maiores aeroportos brasileiros que também são aqueles com a maior quantidade de passageiros desembarcados para reembarque em conexões doméstica (Tabela 4). Quando o desembarque do passageiro se dá para reembarque em uma conexão doméstica, este reembarque é computado como um embarque naquele aeroporto, com impacto direto no seu peso relativo (w_h).

Tabela 4 – *Quinze aeroportos brasileiros com maior quantidade de passageiros desembarcados para reembarque em conexão doméstica no 4º trimestre de 2019 (ANAC, 2021)*

Aeroporto-Região	% de passageiros desembarcados para reembarque em conexão doméstica no 4º trimestre de 2019	w _h 2019
SBGR – Sudeste	32%	15%
SBSP – Sudeste	32%	12%
SBBR – Centro-Oeste	43%	9%
SBKP – Sudeste	56%	5%
SBCF – Sudeste	27%	5%
SBRF – Nordeste	26%	4%
SBGL – Sudeste	20%	5%
SBFZ – Nordeste	12%	3%
SBBE – Norte	22%	2%
SBCY – Centro-Oeste	28%	2%
SBCT – Sul	10%	3%
SBSV – Nordeste	8%	4%
SBRJ – Sudeste	4%	5%
SBEG – Norte	12%	2%
SBPA - Sul	3%	4%

3.1.2. Média de voos diários $f_{a,h}$

A média de voos diários em Rotas Regulares $f_{a,h}$ foi obtida dividindo-se o total de ocorrências da etapa completa da rota pela quantidade de dias do período em referência: (i) 183 dias para o período de outubro de 2019 a março de 2020 (Pré-COVID), e (ii) 182 dias para o período de outubro de 2020 a março de 2021 (Durante o COVID).

3.1.3. Quantidade de destinos d

A quantidade de destinos servidos por cada aeroporto foi calculada para cada período. Em razão da limitação dos dados disponibilizados pela ANAC, a quantidade de destinos não inclui os destinos das Rotas Regulares com conexões - ligações indiretas em que houve reembarque de passageiros - mas apenas das Rotas Regulares com mais de uma etapa.

3.1.4. Fator de ponderação da quantidade de etapas (α)

Para determinar o valor de α , Wittman e Swelbar (2013a) basearam-se na literatura relativa ao Índice de Qualidade de Serviço (QSI), utilizada para explicar a preferência do passageiro por um itinerário com base nos seus atributos (i.e. quantidade de etapas, duração da viagem, tipo de equipamento, dia da semana de partida, hora de partida, frequência).

“A escala exata do parâmetro tem variado em diferentes modelos de QSI, mas tem geralmente caído entre 0,03 e 0,2, de acordo com Jenkins (2011). Isto indicaria que um itinerário sem paradas seria cinco a trinta e três vezes mais valioso que um itinerário com conexões. No entanto, a maior parte do trabalho em modelos QSI foi feita nos anos 1980 e 1990, quando os itinerários sem paradas eram comuns e os itinerários com conexões eram relativamente raros. Como o trabalho passado mostrou que o serviço direto entre aeroportos pequenos foi geralmente substituído por mais serviços para hubs de conexão (Wittman & Swelbar 2013), um valor de α na faixa mais alta destes valores parece apropriado. Especificamente, Emrich e Harris (2008) recentemente sugeriram que o itinerário sem paradas é ‘até oito vezes mais valioso’ que o itinerário com conexões. Seguindo esta lógica, um valor de α de 0,125 foi utilizado neste modelo ACQI.” (Wittman & Swelbar, 2013a)

No Brasil, as Rotas Regulares no Brasil variam muito em distância e duração em razão da geografia do país. Por este motivo atribuir um valor arbitrário a qualquer rota com mais de uma etapa não refletiria corretamente o inconveniente da ligação indireta. Por este motivo, calculamos o fator de ponderação da etapa (α) por região de modo proporcional ao incremento médio na duração da viagem indireta em cada região. Para mensurar o inconveniente da etapa, utilizamos o acréscimo na duração da rota. O incremento de duração da viagem de Rotas Regulares com duas etapas chegou a 180%. Por este motivo, determinamos o fator de ponderação da etapa (α) para voos com uma única etapa como 2. Para voos com mais de uma etapa, adotamos o mesmo fator de ponderação da etapa (α), independentemente da quantidade de etapas. Esta adaptação atende à crítica de Lenaerts e Malina (2020) à métrica do ACQI, pois incorpora um elemento relacionado ao tempo adicional de viagem da ligação indireta.

Tabela 5 - *Fator de ponderação da etapa (α) para Rotas Regulares com mais de uma etapa por período e por região de origem (ANAC, 2021)*

	Pré-COVID	Durante o COVID
Centro-Oeste	1,22	0,97
Nordeste	1,47	1,05
Norte	1,42	1,27
Sudeste	0,82	0,74
Sul	0,83	0,40

3.2. Fórmula adaptada

A fórmula do ACQI adaptada utilizada nesta pesquisa difere da original em relação à metodologia de cálculo do tamanho do aeroporto (w), e do fator de ponderação da quantidade de etapas (α).

Há outra distinção importante entre a fórmula original e a adaptada. A fórmula original trata de modo diferente a qualidade da conectividade das ligações diretas e das ligações indiretas. Em relação às ligações indiretas, a fórmula original não considera a frequência dos voos. Isto porque a fórmula original foi aplicada para dados de ligações de conexão. Nesta pesquisa, todavia, as ligações indiretas são Rotas Regulares com etapas. Então foi possível calcular a frequência média destas ligações e tratá-las como as ligações diretas.

$$ACQI_a = \sum_{h \in H} f_{a,h} d_a w_h \alpha_R$$

Onde,

$f_{a,h}$ é a média de voos diários na Rota Regular a,h no período calculado;

d_a é a quantidade de destinos servidos pelo aeroporto a no período calculado;

w é o percentual de passageiros pagos embarcados no aeroporto h em relação ao total de passageiros pagos embarcados no Brasil em 2019; e

α_R é o fator de ponderação da quantidade de escalas da Rota Regular a,h para a região de origem da rota no período calculado.

4. Resultados e discussão

O objetivo da pesquisa foi avaliar o impacto da crise COVID-19 na conectividade de aeroportos pequenos e grandes das Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Os resultados encontrados são apresentados e discutidos nesta seção.

Para atingir os objetivos da pesquisa, foi necessário examinar as características da conectividade das regiões estudadas. Nesta seção demonstramos que a Região Norte, especialmente, tem conectividade muito baixa. A seguir, apresentamos dados sobre a acessibilidade das rotas. O primeiro é a duração da viagem e o aumento da quantidade de rotas mais longas. O segundo é o horário de partida das viagens e o elevado percentual de rotas noturnas nas Regiões Norte e Nordeste. Mostramos, então, que a renda é o fator que mais explica variações de conectividade nos períodos estudados.

Após esta introdução, atendendo ao objetivo a pesquisa, examinamos a variação da conectividade segundo o tamanho dos aeroportos. Mostramos também que o ACQI e o parâmetro operacional de quantidade de passageiros pagos são fortemente correlacionados.

Finalmente, acrescentamos aos resultados e discussão o achado mais importante desta pesquisa, que não era o seu objetivo final original, relacionado à importância de modelos de negócios regionais e sub-regionais na Região Norte do Brasil.

Acautelamos o leitor para o fato de que o período de 6 meses escolhido para estudo entre outubro de 2020 a março de 2021 (Durante o COVID) representa o impacto imediato do choque macroeconômico da pandemia COVID-19 no transporte aéreo doméstico regular de passageiros. Em todo o Brasil, o ACQI dos aeroportos caiu 46% no período Durante o COVID (outubro de 2020 a março de 2021) em relação ao período Pré-COVID (outubro de 2019 a março de 2020). Durante o COVID, a demanda ainda não havia voltado a níveis pré-pandemia e não se observava uma trajetória firme de recuperação.

4.1. Baixa conectividade na Região Norte

Os resultados evidenciaram a extrema deficiência da conectividade aérea da Região Norte (Figuras 5 e 6). O ACQI da Região Norte (soma do ACQI de todos os aeroportos da região) em outubro de 2019 a março de 2020 foi de 588, contra 2.734 na Região Nordeste. E, considerando que a métrica não captura todos os elementos que afetam a qualidade das ligações, a deficiência da conectividade aérea da Região Norte tende a ser ainda mais aguda.

Figura 5 – Histograma do ACQI dos aeroportos da Região Norte em outubro de 2019 a março de 2020 e outubro de 2020 a março de 2021

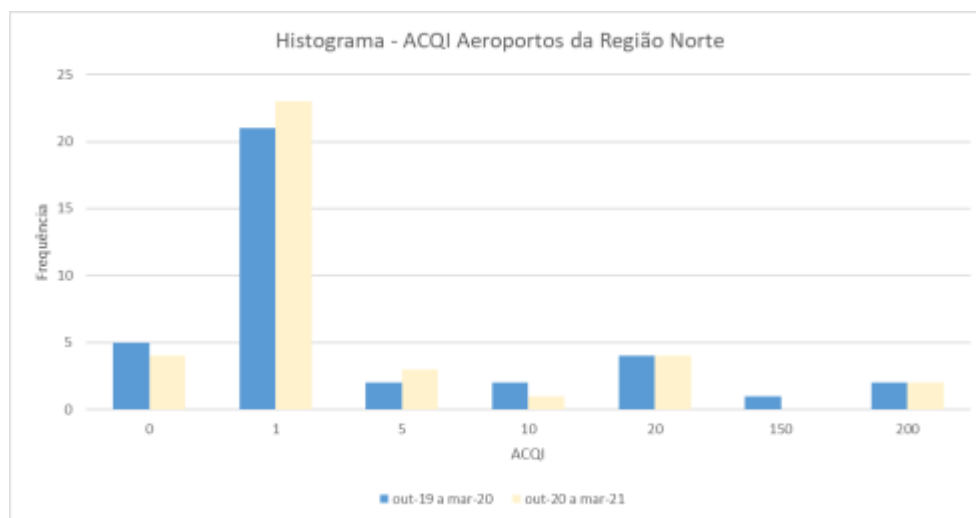
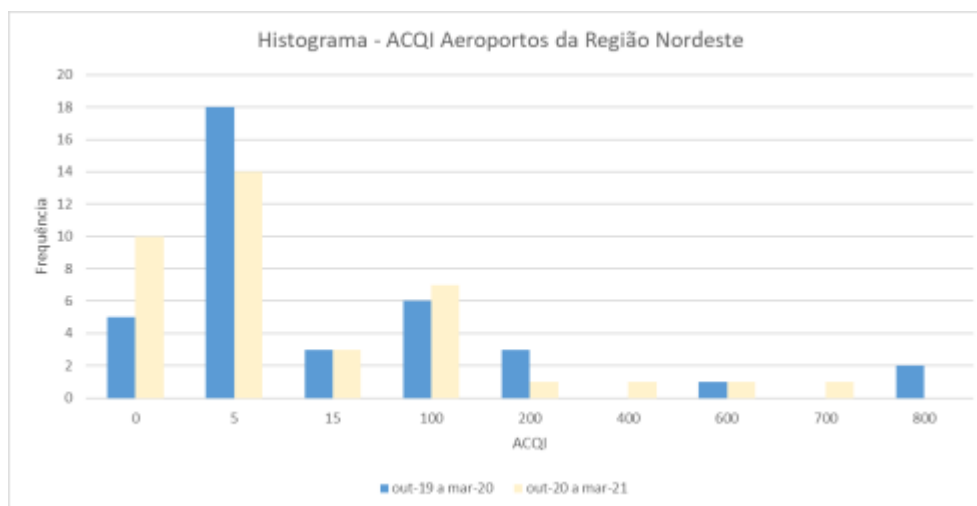


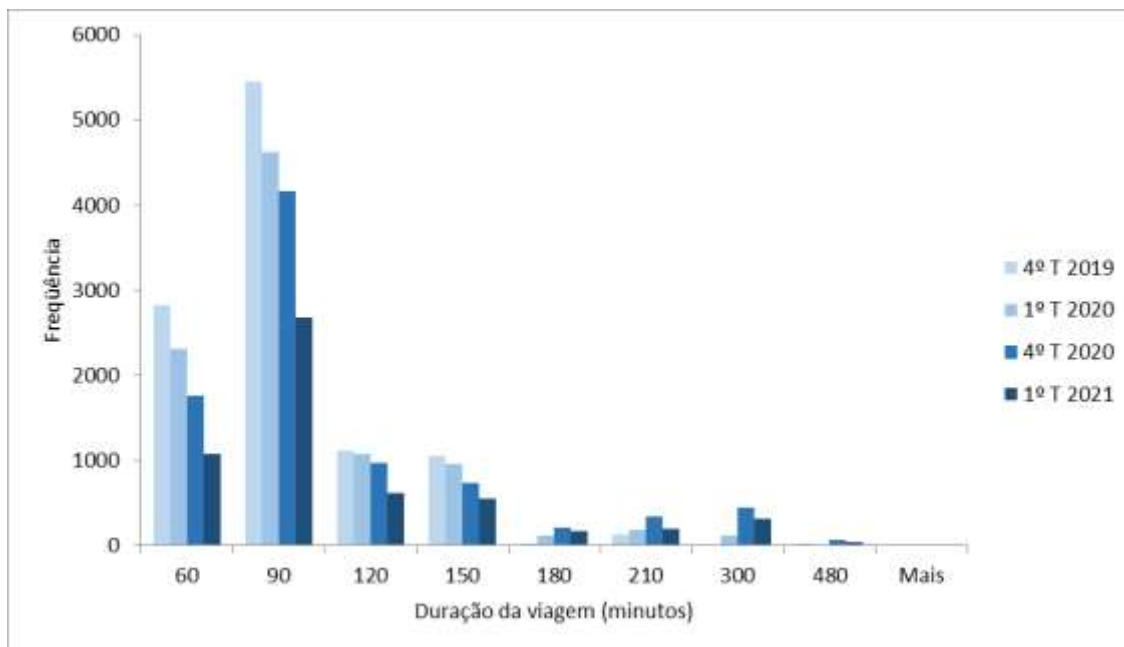
Figura 6 – Histograma do ACQI dos aeroportos da Região Nordeste em outubro de 2019 a março de 2020 e outubro de 2020 a março de 2021



4.2. Duração da viagem

A duração da viagem é um dos fatores que altera a qualidade da ligação indireta. O ACQI captura a perda de qualidade de conectividade resultante do aumento da duração da viagem através do fator de ponderação da etapa (α). Não obstante, é importante destacar o aumento progressivo da quantidade de viagens mais longas durante o período estudado, mais pronunciado na Região Norte do que na Região Nordeste.

Figura 7 – Histograma da duração das Rotas Regulares em cada período estudado (ANAC, 2021)

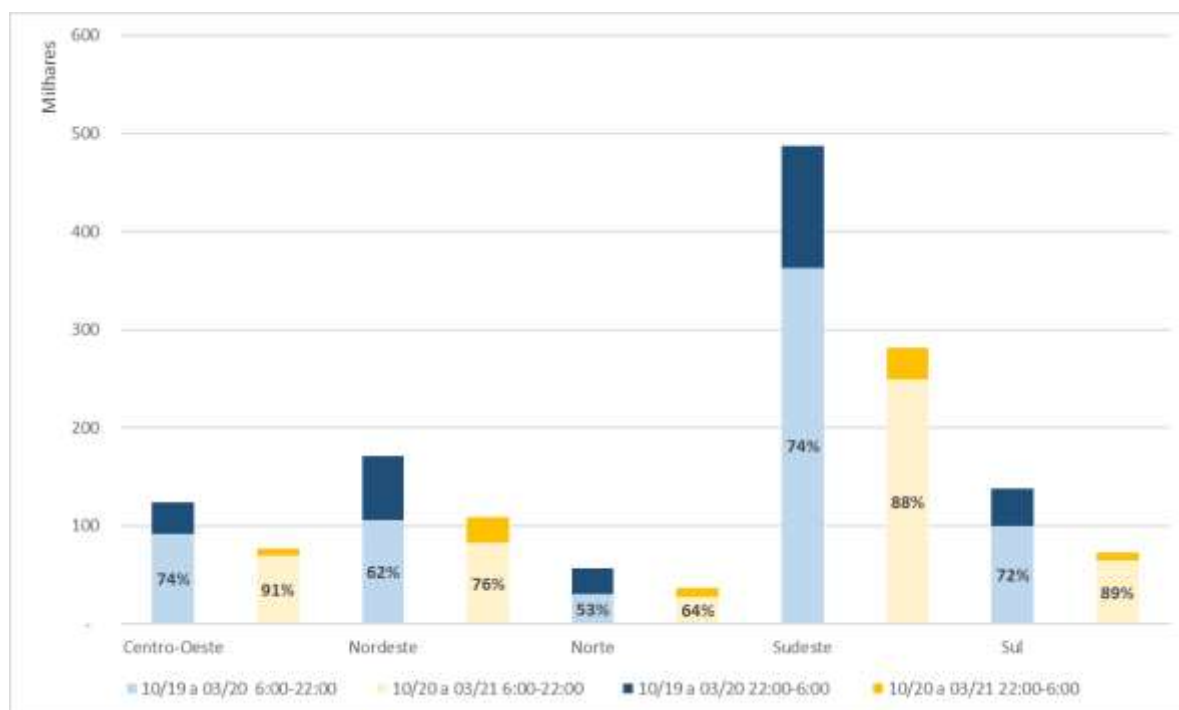


A relação entre a variação da duração da viagem originada em um determinado aeroporto e o seu tamanho medido pela quantidade de passageiros pagos embarcados em Rotas Regulares em 2019 não é estatisticamente significativa.

4.3. Horário das viagens

O horário de partida das viagens é um dos fatores que afeta a qualidade das ligações indiretas. As ligações indiretas inter-regionais com origem na Região Norte partem em horários menos convenientes para os passageiros para facilitar as conexões. Esta condição é, portanto, relevante para a qualidade da conexão, mas não é capturada pelo ACQI. Observamos que as regiões Norte e Nordeste originam percentual maior de Rotas Regulares entre as 22:00 e as 6:00 que as demais. No 1º trimestre de 2021, todavia, o percentual de Rotas Regulares com partida entre as 22:00 e as 6:00 reduziu-se em todas as regiões.

Figura 8 – Rotas Regulares por horário de partida do voo por região de origem (ANAC, 2021)



4.4. Importância da renda na conectividade

Medimos a correlação entre os conjuntos de variáveis de tamanho de aeroporto, PIB, população do município, ACQI e variação do ACQI segundo coeficiente de correlação de Pearson. O PIB é a variável que mais explica as demais. O tamanho dos aeroportos medido pela quantidade de passageiros pagos transportados em Rotas Regulares em 2019 está mais fortemente correlacionado ao PIB ($r=0,86$ $p<.001$) que à população do município onde ele se situa ($r=0,61$ $p<.001$). A qualidade da conectividade medida pelo ACQI entre outubro de 2020 a março de 2021 está fortemente correlacionada ao PIB ($r=0,73$ $p<.001$) e ao tamanho do aeroporto ($r=0,94$ $p<.001$), mas não à população ($r=0,45$ $p<.001$).

Tabela 6– Coeficiente de correlação de Pearson (r) (IBGE/SIDRA, 2021) (ANAC, 2021)

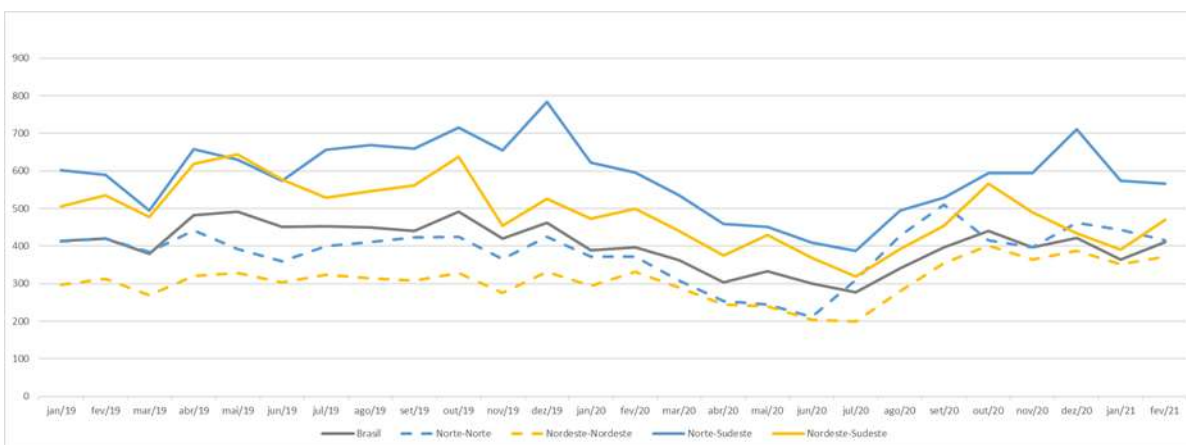
	Tamanho do aeroporto	PIB	População	ACQI Durante o COVID	Δ ACQI	Pax Pagos Durante o COVID
PIB	0,86*					
População	0,61*	0,78*				
ACQI Durante o COVID	0,94*	0,73*	0,45*			
Δ ACQI	-0,86*	-0,77*	-0,77*	-0,74*		
Pax Pagos Durante o COVID	0,95*	0,75*	0,43*	0,98*	-0,71*	
Δ Pax Pagos	-0,94*	-0,90*	-0,72*	-0,80*	0,92*	-0,79*

(*) $p<0.001$.

Nota: Os dados de PIB e de população dos seguintes aeroportos que servem grandes metrópoles, mas estão localizados em municípios adjacentes foram ajustados: SBCT localizado no município de São José dos Pinhais-PR para dados do município de Curitiba-PR; SBGR localizado no município de Guarulhos-SP para dados do município de São Paulo-SP; SNAT localizado no município de Aracati-CE para dados do município de Fortaleza-CE

Os efeitos da pandemia COVID-19 na renda tiveram grandes repercussões no transporte aéreo. Santos et al. (2021) mostraram que os mercados que experimentaram uma maior inclusão social foram os mais vulneráveis à perda de demanda causada pela pandemia COVID-19 no Brasil. A eventual deterioração dos indicadores de renda do Brasil prejudicará especialmente a conectividade aérea inter-regional das Regiões Norte e Nordeste. As tarifas aéreas médias das ligações das Regiões Norte e Nordeste com a Região Sudeste são historicamente mais elevadas que a tarifa média brasileira (Figura 9). A tarifa aérea média doméstica real no Brasil caiu até 38,9% em julho de 2020 quando voltou a se recuperar (ANAC, 2021). Em paralelo, o PIB do Brasil caiu 4,1% no quarto trimestre de 2020 (IBGE/SIDRA, 2021).

Figura 9– Tarifa média de Rotas Regulares por ligação (ANAC, 2021)



4.5. Variação da conectividade segundo o tamanho dos aeroportos

Não encontramos perda de qualidade de conectividade superior nos aeroportos pequenos em decorrência da pandemia COVID-19, ao contrário do observado em outros choques nos EUA (Wittman, 2014; Wittman & Swelbar, 2013b, 2014). A qualidade de conectividade caiu mais nos aeroportos *maiores* ($r=-0,86$ $p<.001$), situados em municípios com *maior* PIB ($r=-0,77$ $p<.001$) e *maior* população ($r=-0,77$ $p<.001$). Em todas as regiões, a variação da quantidade de passageiros pagos embarcados e da qualidade de conectividade medida pelo ACQI está inversamente correlacionada ao tamanho do aeroporto de origem, ao PIB do município onde ele está situado e à população do município onde ele está situado.

Mesmo considerando a variação do ACQI por faixa de tamanho dos aeroportos, à semelhança do cálculo efetuado por Wittman & Swelbar (2013a), não é possível afirmar que os aeroportos menores foram mais afetados pela queda na qualidade da conectividade (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Tabela 7 – Variação de ACQI por tamanho do aeroporto

Percentual de passageiros pagos embarcados em Rotas Regulares em 2019	Variação do ACQI Durante o COVID e Pré-COVID
Acima de 10%	-67%
Entre 5% e 10%	-51%
Entre 1% e 5%	-46%
Entre 0% e 1%	-52%

4.6. Parâmetros operacionais como medida da conectividade

Existe uma correlação muito forte entre a o ACQI e a quantidade de passageiros pagos ($r=0,98$ $p<.001$) e entre as suas variações absolutas nos períodos estudados ($n=0,92$; $p<0,001$). Muito embora a literatura seja no sentido de que índices de conectividade representam mais acertadamente as redes de transporte aéreo, os resultados sugerem que o estudo da conectividade nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil poderia ser realizado com base em parâmetros operacionais apenas.

4.7. Importância do modelo de negócios na conectividade

O modelo de negócios e o tipo de aeronave utilizado pela companhia aérea representam um fator importante para o aumento da conectividade. No quarto trimestre de 2020, o total de passageiros pagos transportados em Rotas Regulares com origem na Região Norte caiu 24,85% em relação ao mesmo período de 2019 (ANAC, 2021). Neste mesmo período, as novas Rotas Regulares com origem na Região Norte responderam por 2,64% dos passageiros pagos transportados (ANAC, 2021). Destas, as rotas operadas pela Azul Conecta e pela Voepass responderam por 0,41% do total (ANAC, 2021). Foram consideradas novas Rotas Regulares aquelas que foram operadas nos três meses do quarto trimestre de 2020.

A quantidade de passageiros pagos transportados nas novas rotas introduzidas pela Azul Conecta e pela Voepass pode parecer irrelevante, mas há muitos motivos pelos quais devemos dar grande atenção a este fenômeno. Todas as novas Rotas Regulares introduzidas pela Azul Conecta e pela Voepass no quarto trimestre de 2020 são ligações Norte-Norte (ANAC, 2021). O deslocamento dos passageiros na Região Norte se dá, muitas vezes, para acesso a serviços essenciais e o tempo de viagem nestas rotas nos modais não aéreos é desproporcionalmente superior à sua distância em linha reta (Tabela 8). O impacto socioeconômico das novas rotas é desproporcional à quantidade de passageiros transportados.

Tabela 8 - Novas Rotas Regulares operadas pela Azul Conecta e pela Voepass no 4º Trimestre de 2020 comparado com o mesmo período de 2019 (ANAC, 2021) (DistanciaCidades.Net, 2021) (Rome2rio, n.d.)

Origem (Município)	Destino (Município)	Distância em linha reta (km)	Tempo de viagem por modais não aéreos
Almeirim	Belém	454,67	2 dias
Breves	Porto De Moz	195,40	14 horas
Breves	Santarém	478,28	42 horas
Carauari	Tefé	291,43	não disponível
Coari	Manaus	371,74	8 horas
Itaituba	Santarém	245,41	6 horas e 30 minutos
Maués	Manaus	255,25	20 horas
Maués	Parintins	133,45	29 horas
Monte Alegre	Óbidos	160,65	25 horas
Monte Alegre	Oriximiná	200,81	7 horas e 15 minutos

Origem (Município)	Destino (Município)	Distância em linha reta (km)	Tempo de viagem por modais não aéreos
Óbidos	Oriximiná	41,99	3 horas e 30 minutos
Oriximiná	Oriximiná	66,10	2 horas
Porto De Moz	Belém	417,81	30 horas e 24 minutos
Santarém	Monte Alegre	87,10	2 horas e 30 minutos
Santarém	Óbidos	108,50	3 horas
Santarém	Oriximiná	149,76	19 horas e 28 minutos
Santarém	Porto De Moz	878,00	23 horas e 57 minutos

As Rotas Regulares introduzidas pela Azul Conecta e pela Voepass são de baixa densidade. Santos et al. (2021) mostraram que as rotas curtas e de baixa densidade foram as mais impactadas no Brasil. No entanto, a Azul Conecta e a Voepass operam aeronaves menores que as companhias aéreas tradicionais brasileiras. A Azul Conecta (ex-TwoFlex) é uma companhia aérea sub-regional adquirida pela Azul em meados de 2020 com frota de 17 Cessna Grand Caravan com 9 assentos (Azul, 2020). A Voepass é uma companhia aérea regional que opera aeronaves ATR 72-500, ATR 72-600 e ATR 42-500 com 68 assentos (Voepass, 2021). A empresa tem parcerias com a Gol e com a Latam (Voepass, 2021).

Os resultados sugerem, portanto, que na Região Norte do Brasil há demanda para um modelo de negócios de aviação regional e sub-regional com aeronaves menores. A operação das novas rotas pela Azul Conecta e pela Voepass não é subsidiada nem é objeto de qualquer incentivo governamental. No período estudado, não estavam vigorando quaisquer convênios para redução de alíquota do VAT sobre o combustível na Região Norte. No quarto trimestre de 2020, Durante o COVID, o aproveitamento (RPK/ASK) da Azul Conecta e da Voepass em Rotas Regulares com origem na Região Norte foi de 52% e 65,43%, respectivamente (ANAC, 2021). Na Região Nordeste, no mesmo período, não se verificou a participação de qualquer companhia regional ou sub-regional na introdução de novas Rotas Regulares.

Uma explicação para este fenômeno é a deficiência de modais alternativos para o transporte de passageiros na Região Norte. Na Região Nordeste, onde a infraestrutura rodoviária é bastante densa, o ACQI caiu 34% nos períodos estudados. Em contrapartida, na Região Norte, a queda foi de 28%.

2. Conclusão

A conectividade aérea é essencial para as Regiões Norte e Nordeste do Brasil regiões, tanto para a integração com o resto do território brasileiro quanto para o desenvolvimento econômico. As Regiões Norte e Nordeste do Brasil têm os menores PIBs per capita do país e altos índices de desigualdade de renda. As regiões têm aeroportos predominantemente pequenos e com baixa conectividade. Na Região Norte, o transporte aéreo é especialmente importante por conta da deficiência dos outros modais de transporte de passageiros. Deslocamento por via aérea ou fluvial são os dois modos de transporte viáveis na Região Norte do Brasil em razão de barreiras geográficas.

O transporte aéreo no Brasil é extremamente sensível à renda e o PIB explica tanto o tamanho dos aeroportos, quanto a variação na quantidade de passageiros transportados e na qualidade da conectividade dos aeroportos (ACQI) nos períodos estudados. Aeroportos maiores, situados em localidades com maior PIB e com maior população foram mais afetados pelos impactos macroeconômicos da crise COVID-19 que aeroportos menores. Em termos de políticas públicas, os resultados sugerem que políticas públicas de aumento de renda teriam os efeitos mais significativos na conectividade doméstica.

Na Região Norte, todavia, companhias regionais e sub-regionais operando aeronaves menores em rotas menos densas introduziram novas Rotas Regulares com impacto importante na conectividade intrarregional. A viabilidade deste modelo de negócios parece decorrer da deficiência dos outros modais de transporte de passageiros na região. Ocorre que, como diagnosticado por Brasil (2008), estas companhias têm uma série de vulnerabilidades, dentre as quais malha aérea restrita, baixo índice de ocupação das aeronaves, pouco tempo de operação, frota pequena e obsoleta e pequeno porte. Na Região Norte, a conectividade regional muito se beneficiaria de públicas de incentivo à criação de companhias aéreas regionais e sub-regionais e de proteção de sua operação de condutas anticompetitivas.

Esta pesquisa deve ser continuada por um período mais extenso após a pandemia COVID-19 para se verificarem eventuais impactos estruturais na conectividade das Regiões Norte e Nordeste. Também é importante verificar se as novas Rotas Regulares introduzidas na Região Norte serão mantidas.

Esta pesquisa também deve ser estendida para a Região Centro-Oeste do Brasil, que também tem conectividade aérea deficiente, mas onde o crescimento da indústria agrícola tem enorme impacto sobre a renda dos municípios.

6. Referências

- Alves, C. J. P., & Amaral, F. C. de F. (2012). A situação da infraestrutura aeroportuária na região norte e seu potencial apoio à aviação regional. *Journal of Transport Literature*, 6(1), 171–184. <https://doi.org/10.1590/s2238-10312012000100011>
- ANAC. (2021). Dados e Estatísticas.
- Andrade, L. C. de, Pereira, H. C., Nascimento, A. C. S. do, & Gomes, M. C. R. L. (2020). Os potenciais impactos da pandemia do COVID-19 nas comunidades ribeirinhas da Amazônia Central e as soluções recomendadas para mitigação. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Inovação do Amazonas Nota Técnica Covi-19: No. 004. <http://cloud.prodam.am.gov.br/index.php/s/U4hXTYiyGgmR6bn/download>
- Azul. (2020). Azul Conecta é a nova empresa sub-regional da Azul. *Revista Digital Azul*. <https://revistaazul.voeazul.com.br/universo-azul/azul-conecta-e-a-nova-empresa-sub-regional-da-azul/>
- Bachwich, A. R. (2017). U.S. Airline Business Models 2006-2015: Trends and Key Impacts. In *Dissertação de Mestrado*. Massachusetts Institute of Technology. <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/7582>
- Baker, D., Merkert, R., & Kamruzzaman, M. (2015). Regional aviation and economic growth: Cointegration and causality analysis in Australia. *Journal of Transport Geography*, 43, 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.02.001>
- Brasil. (2008). O transporte aéreo no Brasil: panorama geral, avaliação da competitividade e propostas de políticas públicas para o setor.
- Brasil. (2021). Mapas multimodais do Brasil. Mapas Multimodais - Ministério da Infraestrutura.
- Brida, J. G., Monterubbianesi, P. D., & Zapata-Aguirre, S. (2018). Exploring causality between economic growth and air transport demand for Argentina and Uruguay. *World Review of Intermodal Transportation Research*, 7(4), 310–329. <https://doi.org/10.1504/WRITR.2018.095256>

- Burghouwt, G., & Redondi, R. (2013). Connectivity in air transport networks an assessment of models and applications. *Journal of Transport Economics and Policy*, 47(1), 35–53.
- Button, K., Doh, S., & Yuan, J. (2010). The Role of Small Airports in Economic Development. *Journal of Airport Management*, 4(2), 1–12.
- Chi, J. (2014). A cointegration analysis of bilateral air travel flows: The case of international travel to and from the United States. *Journal of Air Transport Management*, 39, 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2014.03.007>
- Chi, J., & Baek, J. (2013). Dynamic relationship between air transport demand and economic growth in the United States: A new look. *Transport Policy*, 29, 257–260. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.03.005>
- CNT. (2019a). Anuário CNT dos Transportes - Estatísticas Consolidadas. <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2019/Inicial>
- CNT. (2019b). Pesquisa de Rodovias.
- DistanciaCidades.net. (2021). <http://br.distanciacidades.net/>
- FAA. (2020a). Air Traffic by the Numbers.
- FAA. (2020b). Enplanements at All Airports (Primary, Non-primary Commercial Service, and General Aviation) by State and Airport.
- Fernandes, V. A., Pacheco, R. R., Fernandes, E., Cabo, M., Ventura, R. V., & Caixeta, R. (2021). Air transportation, economy and causality: Remote towns in Brazil's amazon region. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su13020627>
- Frazão, J. A. F., & Oliveira, A. V. M. (2020). Distribuição de renda e demanda por transporte aéreo: uma especificação de modelo econométrico para o mercado doméstico brasileiro. *Revista Transportes da ANPET*, 28(3), 1–13. <https://doi.org/10.14295/transportes.v28i5.1662>
- Guimarães, A. F., Barbosa, V. L. M., Silva, M. P. da, Portugal, J. K. A., Reis, M. H. da S., & Gama, A. S. M. (2020). Acesso a serviços de saúde por ribeirinhos de um município no interior do estado do Amazonas, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 11(0), 1–7. <https://doi.org/10.5123/s2176-6223202000178>

- Hakim, M. M., & Merkert, R. (2016). The causal relationship between air transport and economic growth: Empirical evidence from South Asia. *Journal of Transport Geography*, 56, 120–127. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.09.006>
- IBGE. (2013). *Ligações Aéreas 2010*. IBGE.
- IBGE/SIDRA. (2021). Sistema IBGE de Recuperação Automática. <https://www.ibge.gov.br>
- Ito, H., & Lee, D. (2005). Assessing the impact of the September 11 terrorist attacks on U.S. airline demand. *Journal of Economics and Business*, 57(1), 75–95. <https://doi.org/10.1016/j.jeconbus.2004.06.003>
- Lenaerts, B., & Malina, R. (2020). Measuring the quality of air transport networks: A topology of connectivity and accessibility measures. In *Air transport and regional development policies* (1ª ed., pp. 6–30). Routledge.
- Marazzo, M., Scherre, R., & Fernandes, E. (2010). Air transport demand and economic growth in Brazil: A time series analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(2), 261–269. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2009.08.008>
- Mukkala, K., & Tervo, H. (2013). Air transportation and regional growth: Which way does the causality run? *Environment and Planning A*, 45(6), 1508–1520. <https://doi.org/10.1068/a45298>
- Oliveira, A. (2009). *Transporte Aéreo: Economia e Políticas Públicas* (1a Edição). Pezco Editora.
- Oliveira, R. P., Oliveira, A. V. M., Lohmann, G., & Bettini, H. F. A. J. (2020). The geographic concentrations of air traffic and economic development: A spatiotemporal analysis of their association and decoupling in Brazil. *Journal of Transport Geography*, 87 (Novembro, 2019), 102792. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102792>
- Pontes, F. C. C. (2009). *Condição de Saúde Bucal em Populações Ribeirinhas no Estado do Amazonas: estudo de caso*. In Tese de Doutorado. Fundação Oswaldo Cruz.
- Redondi, R., Malighetti, P., & Pleari, S. (2013). European connectivity: The role played by small airports. *Journal of Transport Geography*, 29, 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.01.010>

- Rome2rio. (n.d.). Descubra como chegar em qualquer lugar de avião, trem, ônibus, barco ou carro. 2021. Acessado Maio 12, 2021, from <https://www.rome2rio.com/>
- Santos, L. J., Oliveira, A. V. M., & Aldrighi, D. M. (2021). Testing the differentiated impact of the COVID-19 pandemic on air travel demand considering social inclusion. *Journal of Air Transport Management*, 94(Maio), 102082. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2021.102082>
- Silva, R. R. da, & Bacha, C. J. C. (2014). Acessibilidade e aglomerações na Região Norte do Brasil sob o enfoque da Nova Geografia Econômica. *Nova Economia*, 24(1), 169–190. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/1507>
- Tolcha, T. D., Bråthen, S., & Holmgren, J. (2020). Air transport demand and economic development in sub-Saharan Africa: Direction of causality. *Journal of Transport Geography*, 86(Junho), 102771. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102771>
- Vilas Bôas, L. M. da S., & Oliveira, D. C. de. (2016). A Saúde nas Comunidades Ribeirinhas da Região Norte Brasileira: Revisão Sistemática da Literatura. *Atlas CIAIQ 2016*, 2, 1386–1395.
- Voepass. (2021). Institucional. <http://www.voepass.com.br/empresa/site/institucional>
- Wittman, M. D. (2014). The Effects of Capacity Discipline on Smaller U.S. Airports: Trends in Service, Connectivity, and Fares. In Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology. <http://hdl.handle.net/1721.1/90076>
- Wittman, M. D., & Swelbar, W. S. (2013a). Modeling Changes in Connectivity at U. S. Airports: A Small Community Perspective. MIT Small Community Air Services White Paper No. 2, Report No. ICAT-2013-05.
- Wittman, M. D., & Swelbar, W. S. (2013b). Trends and Market Forces Shaping Small Community Air Service in the United States (ICAT-2013-02; MIT Small Community Air Service White Paper No.1, Issue 1). <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/78844>
- Wittman, M. D., & Swelbar, W. S. (2014). Capacity discipline and the consolidation of airport connectivity in the United States. *Transportation Research Record*, 2449, 72–78. <https://doi.org/10.3141/2449-08>

Zhang, F., & Graham, D. J. (2020). Air transport and economic growth: a review of the impact mechanism and causal relationships. *Transport Reviews*, 40(4), 506–528.
<https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1738>