

COMPLETITUDE GEOGRÁFICA DA AVIAÇÃO REGIONAL EM MINAS GERAIS: DISTRIBUIÇÃO E ACESSIBILIDADE AEROPORTUÁRIA

Rafael Henrique Ferreira

Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, MG, Brasil
cartografo.rafael@gmail.com

Anna Carolina Corrêa Pereira

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Transportes, Belo Horizonte, MG, Brasil
annapereira@cefetmg.br

Rodrigo Affonso de Albuquerque Nobrega

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, MG, Brasil
raanobrega@ufmg.br

RESUMO

Este estudo investiga a distribuição dos aeródromos no Estado de Minas Gerais, Brasil, e diagnostica o potencial da contribuição de voos regionais para o desenvolvimento econômico no Estado, avaliando geograficamente se esse sistema atende às demandas atuais e futuras da população. A metodologia emprega geoprocessamento para oferecer uma visão abrangente das dinâmicas territoriais que promovam a conectividade e o crescimento sustentável da aviação regional. Foram identificadas lacunas na completitude geográfica da aviação regional, destacando áreas com baixa acessibilidade e potencial para implantação ou reativação de voos regionais que atendam às demandas socioeconômicas locais. O estudo enfatiza a necessidade de abordagens inovadoras e a integração entre os modos de transporte aéreo e rodoviário para garantir um desenvolvimento econômico equitativo.

Palavras-chave: Aviação regional. Geoprocessamento. Acessibilidade geográfica.

GEOGRAPHIC COMPLETENESS OF REGIONAL AVIATION IN MINAS GERAIS: DISTRIBUTION AND AIRPORT ACCESSIBILITY

ABSTRACT

This study investigates the distribution of airfields in the state of Minas Gerais, Brazil, and assesses the potential contribution of regional flights to the state's economic development. Through geographical analysis, it evaluates whether the current system meets the present and future demands of the population. The methodology employs geoprocessing techniques to provide a comprehensive view of territorial dynamics that promote connectivity and sustainable growth in regional aviation. The findings reveal gaps in the geographic completeness of regional aviation, highlighting areas with limited accessibility but significant potential for the implementation or reactivation of regional flights to meet local socioeconomic demands. The study highlights the need for innovative approaches and better integration between air and road transport modes to ensure equitable economic development.

Keywords: Regional aviation. Geoprocessing. Geographic accessibility.

INTRODUÇÃO

A liberdade de locomoção, assegurada pela Constituição de 1988 da República Federativa do Brasil, constitui um direito fundamental dos cidadãos. No entanto, este direito é sistematicamente limitado pelas desigualdades territoriais e pelas barreiras físicas e estruturais à mobilidade, sobretudo em regiões afastadas dos grandes centros urbanos (Dafico e Seabra, 2008). Entre os modos de transporte, a aviação regional apresenta elevado potencial para mitigar os efeitos do isolamento geográfico, promovendo a integração de territórios e o acesso a bens e serviços essenciais, como saúde, educação e oportunidades econômicas (Oliveira, 2021; Pereira, 2021).

A oferta de transporte aéreo, quando estrategicamente planejada, constitui um vetor dinâmico de desenvolvimento regional. A localização eficiente dos aeródromos, aliada à integração intermodal com a malha rodoviária, pode impulsionar investimentos e gerar efeitos multiplicadores na economia local (Barros e Baggio, 2022; Dev et al., 2023). No entanto, a efetividade da aviação regional depende fortemente da estrutura espacial de sua rede, da governança logística e do apoio contínuo de políticas públicas, até que se alcance a sustentabilidade operacional.

Minas Gerais, terceiro maior PIB do Brasil e estado de vasto território — com área superior a 586 mil km² —, apresenta uma rede numerosa de aeródromos, mas geograficamente desigual. Embora existam 84 aeródromos públicos operacionais (ANAC, 2024), apenas uma fração deles realiza voos regulares. O estado sofre com a descontinuidade de políticas públicas, como o encerramento do programa Voe Minas sem avaliação dos seus impactos (NOTA - Voe Minas Gerais, 2019), além de extensas áreas com acessibilidade aérea extremamente limitada. Esse cenário representa uma barreira à integração regional e um fator de reprodução das desigualdades espaciais.

Embora estudos anteriores sobre transporte aéreo e regionalidade indiquem os benefícios da conectividade aérea (Glauber et al., 2017; Ribeiro et al., 2013), ainda é escassa a análise da completitude geográfica da rede aeroportuária — entendida aqui como a capacidade do sistema de cobrir, de modo justo e funcional, o território mineiro e suas demandas populacionais, sociais e econômicas.

Diante desse contexto, este estudo investiga a ausência de uma cobertura aeroportuária regional eficiente e equitativa em Minas Gerais, evidenciada por lacunas espaciais na localização de aeródromos operacionais e pela desconexão entre essas infraestruturas e as necessidades das populações locais. A pesquisa propõe-se a analisar, com base em dados empíricos e modelagem geoespacial, quais regiões do estado estão mais vulneráveis do ponto de vista da acessibilidade aérea e quais critérios devem orientar políticas públicas de reativação ou implantação de voos regionais. A pesquisa parte da hipótese de que a distribuição desigual e a insuficiente cobertura de aeródromos em Minas Gerais limitam a acessibilidade aérea e o desenvolvimento socioeconômico regional, sendo necessária uma abordagem integrada de geoprocessamento e planejamento multimodal para identificar lacunas e priorizar investimentos em infraestrutura aeroportuária. As seguintes perguntas de pesquisa norteiam o estudo:

- Quais regiões de Minas Gerais apresentam maior vulnerabilidade em termos de acessibilidade geográfica à infraestrutura aeroportuária?
- Como a distribuição atual dos aeródromos se relaciona com as condições socioeconômicas, turísticas e logísticas das diferentes mesorregiões do Estado?
- Quais áreas devem ser priorizadas em políticas públicas de reativação ou implantação de voos regionais, considerando múltiplos critérios de conectividade e desenvolvimento?

A partir dessas questões, o artigo combina técnicas de geoprocessamento, análise multicritério e dados secundários para elaborar um diagnóstico da cobertura espacial da aviação regional em Minas Gerais. O objetivo é subsidiar estratégias mais integradas e territorialmente equilibradas de mobilidade aérea regional, contribuindo para a redução das desigualdades espaciais e para o fortalecimento do planejamento de transportes no Estado.

Características e desafios de infraestrutura em Minas Gerais

Minas Gerais possui uma extensão territorial de 586,513 km² e uma população de 20.539,983 habitantes (IBGE, 2022), fazendo fronteira com os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal. Os principais biomas do estado incluem Mata Atlântica, Cerrado, Campos de Altitude ou Rupestres e Floresta Seca (GOVERNO DE MINAS GERAIS, 2022).

Com 853 municípios — a maioria com população inferior a 25.000 habitantes, alguns dos quais emancipados há algumas décadas —, o estado é subdividido em doze mesorregiões: Noroeste de Minas, Norte de Minas, Jequitinhonha, Vale do Mucuri, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Central de Minas, Região Metropolitana de Belo Horizonte, Vale do Rio Doce, Oeste de Minas, Sul e Sudoeste de Minas, Campo das Vertentes e Zona da Mata.

Três setores destacam-se na considerável diversidade da economia mineira. O agronegócio, por exemplo, tem forte presença, com destaque para *commodities* como café, milho, feijão, soja e frutas, além de uma pujante indústria pecuária de suínos e bovinos, que colocam o estado entre os maiores produtores agrícolas do Brasil. A indústria é igualmente relevante, abrangendo os setores metalúrgico, automotivo, de alimentos

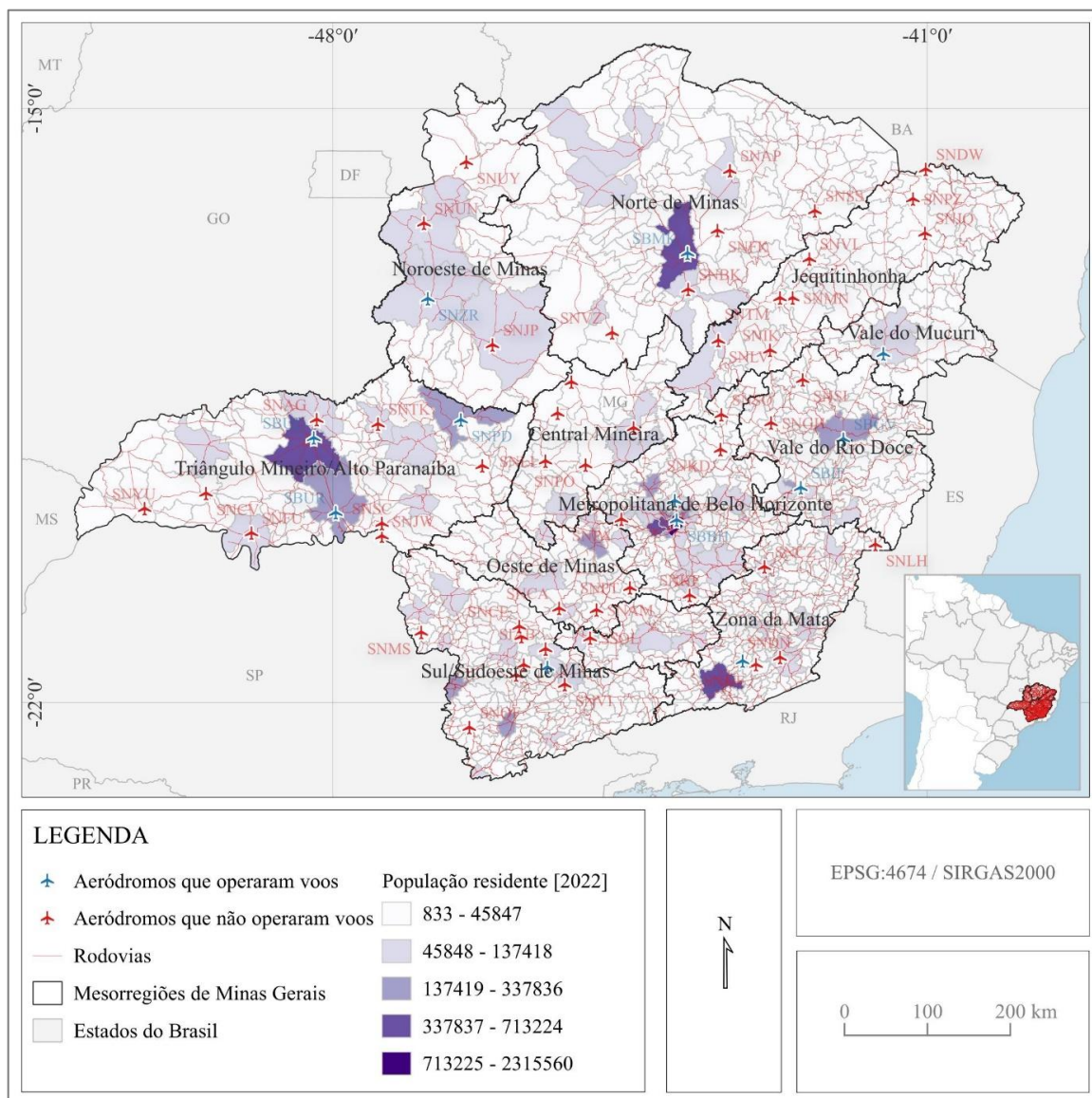
e bebidas, materiais de construção e produtos químicos. No entanto, é no setor de serviços – que inclui negócios, imóveis, seguros, comunicação, transporte e serviços profissionais – que essas perguntas continuam sendo um desafio (Ribeiro *et al.*, 2013).

No que diz respeito à infraestrutura rodoviária, Minas Gerais possui a maior malha viária do país, com 272.060,90 km, dos quais apenas 26.527,01 km são pavimentados, representando menos de 10% desse total (Pereira *et al.*, 2024). Essa malha está distribuída em 240.571,90 km de rodovias municipais, 22.286 km e 9.205 km de rodovias federais em termos de administração. (IBGE, 2022).

Embora o estado conte com 84 aeródromos públicos operacionais para a aviação civil, nem todos ofereceram voos frequentes entre os anos de 2000 e 2022 (ANAC, 2024). Dificuldades significativas com conectividade e uso da infraestrutura aeroportuária têm caracterizado a história de voos regionais de Minas Gerais. Apesar do número considerável de aeródromos, as operações regionais não têm sido muito eficazes (Glauber *et al.*, 2017),

Para agravar a situação, o estado assistiu recentemente à descontinuação do programa Voe Minas - serviço de voo regional -, sem realizar uma análise abrangente de seus benefícios e desvantagens. (NOTA - VOE MINAS GERAIS, 2019). A localização geográfica, a população e a distribuição dos aeroportos estão representadas na Figura1.

Figura 1 - Minas Gerais (Brasil): Localização, infraestrutura geográfica e de transporte do Estado



Fonte: IBGE, 2022; ANAC, 2024. Elaboração: os autores.

A limitação nas rotas aéreas regionais, somada à distribuição geográfica ineficiente dos aeródromos, evidencia uma completitude geográfica limitada na infraestrutura de transportes em Minas Gerais. Nesse contexto, o conceito de completitude geográfica, foco do presente estudo, refere-se à extensão e à eficiência com que uma rede de transportes – aérea e terrestre – cobre um território, garantindo acessibilidade equitativa e conectividade multimodal para todas as regiões (Vowles, 2004; Magalhães, 2016; Hui *et al.*, 2017).

METODOLOGIA

O estudo baseia-se na necessidade de modelar conceitual e logicamente soluções para abordar as questões mencionadas acima. A metodologia adotada consiste em: [1] analisar e caracterizar os voos comerciais regionais em Minas Gerais; [2] analisar a distribuição espacial dos aeroportos do Estado e sua respectiva conectividade à malha viária; [3] identificar áreas prioritárias para a implementação de voos regionais, com base em critérios macrorregionais e socioeconômicos estratégicos, visando reduzir o tempo de viagem em áreas isoladas.

Análise de voos regionais em Minas Gerais

Para caracterizar os voos comerciais em Minas Gerais, foram coletados dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) referentes aos anos de 2000 a 2022. Esse conjunto de dados inclui as coordenadas dos aeroportos, municípios de origem e destino, número de passageiros e tempos de viagem. A partir dessa série histórica, foi realizado o mapeamento anual de todos os voos comerciais dentro do estado. Essa análise espacial permitiu identificar a dinâmica e as tendências do transporte aéreo em Minas Gerais, fornecendo informações sobre seus impactos socioeconômicos e subsidiando políticas públicas voltadas para o desenvolvimento regional. O processamento e a análise dos dados incluíram os gráficos GIS das linhas de voo origem-destino, pesando os símbolos de acordo com a magnitude dos passageiros por ano.

Analisando a distribuição espacial do aeroporto e a conectividade rodoviária

O estudo também incorporou dados sobre topologia da malha rodoviária, priorizando rodovias federais e estaduais, além de estradas municipais selecionadas, que conectam redes prioritárias de transporte em Minas Gerais. Essa integração espacial permitiu uma análise da conectividade multimodal em diferentes modos de transporte, oferecendo uma visão abrangente da infraestrutura de transporte do Estado e suas implicações para o desenvolvimento regional. O tempo de viagem multimodal inclui não apenas o tempo de voo, mas também o deslocamento rodoviário necessário para chegar aos aeroportos e destinos finais. Esse tempo total de viagem é influenciado por fatores como distância, condições de tráfego e qualidade da infraestrutura.

O processamento e a análise dos dados incluíram os gráficos GIS dos aeroportos existentes e as análises de rede topológica para estimar os fusos horários de viagem longe dos aeroportos (mapas isócronos) e as lacunas geográficas dentro do estado.

Cálculo de áreas prioritárias para voos regionais

Diversos fatores foram descritos para explorar os potenciais de desenvolvimento das regiões, sendo cuidadosamente avaliados para identificar locais que demandam maior foco na infraestrutura aeroportuária. Os elementos-base levados em consideração foram: Turismo, Infraestrutura, Condições Socioeconômicas e Frota de Veículos. Os conjuntos de dados que suportam a análise de dados espaciais necessária estão incluídos em cada dimensão, a fim de investigar o contexto geográfico de diferentes regiões do estado, em relação à priorização de aeroportos e de identificar locais mal atendidos por esses fatores.

A dimensão Turismo inclui dados como visitantes nacionais (viagens internas), visitantes externos (de outros estados para Minas Gerais), empregos gerados pelo setor, arrecadação de impostos estaduais relacionados ao turismo por município e número de hotéis. Os dados, fornecidos pela Secretaria de Estado de Cultura e Turismo de Minas Gerais (SECULT), representam o ano de 2022 e ressaltam a importância da disponibilidade do transporte aéreo para facilitar o acesso a locais de alto tráfego.

A Infraestrutura de transporte – que inclui estradas, hidrovias, ferrovias e aeroportos – é fundamental para garantir a mobilidade da população. A disponibilidade e a diversidade de opções de transporte influenciam significativamente os padrões de viagens dentro do estado. Além disso, a densidade da frota de veículos é um fator crítico: as regiões com frota mais numerosa não apenas experimentam melhor acessibilidade aos aeroportos, mas também exibem maior demanda por transporte rodoviário. A integração de análises entre tamanho da frota e infraestrutura de transporte fornece uma dimensão abrangente sobre os potenciais e os desafios da mobilidade no estado.

A dimensão Socioeconômica inclui dados como população, PIB (de serviços, agrícola e industrial), renda per capita, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Essa dimensão fornece informações sobre as condições de vida e os níveis de desenvolvimento de várias regiões. O tamanho da população, por exemplo, indica a demanda por transporte, enquanto o PIB e a renda per capita refletem a capacidade das pessoas de arcar com os custos de viagem. O IDH oferece uma visão abrangente sobre educação, saúde, renda e o bem-estar da população. Por sua vez, a CFEM, que representa a compensação financeira recebida pelos municípios pela exploração de recursos minerais, pode ser utilizada para avaliar o potencial de investimento em infraestrutura de transportes.

A análise integrada da infraestrutura, da frota de veículos e das dimensões socioeconômicas permite obter-se uma visão abrangente da mobilidade da população, podendo ser usada para identificar áreas carentes de infraestrutura, avaliar a necessidade de investimentos em transporte público e formular políticas que promovam a mobilidade urbana e regional sustentável e equitativa.

Tabela 1 - Variável de modelagem, fontes de dados e análises geoespaciais por dimensão

Dimensão	Dados	Ano	Formato	Fonte	Abordagem GIS
Turismo	Visitantes domésticos	2022	Polígono*	Secretaria de Estado de Cultura e Turismo de Minas Gerais	Interpolação - Inverse DistanceWeighted (IDW)
	Visitantes estrangeiros	2022			
	Emprego induzido	2022			
	Impostos estaduais	2022			
	Acomodação	2022			
Infraestrutura	Rodovias federais	2022	Linha	DNIT	Densidade - Kernel
	Rodovias estaduais	2022		DER-MG	
	Hidrovias	2020		ANA	
	Ferrovias	2020		Ministério dos Transportes	
	Aeroportos	2022	Ponto	ANAC	
Socioeconômico	População	2022	Tabela*	IBGE	Interpolação - Inverse DistanceWeighted (IDW)
	PIB agrícola	Projeção 2020			
	Serviço PIB	Projeção 2020			
	PIB industrial	Projeção 2020			
	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	2010			
	Renda per capita	Projeção 2020			
	CFEM	2022		Agência Nacional de Mineração	
Frota de veículos	Frota total	2021	Tabela*	DNATRAN	(IDW)

* (Associado à sede municipal)

Fonte: SECULT,2022; DER-MG,2022; ANAC 2022; ANA,2020; IBGE,2020; ANM,2022; DENATRAN,2021.
Elaboração: Os autores, 2024.

O processamento e a análise dos dados incluíram o uso de interpolação e cálculo da distância euclidiana para a preparação dos dados, álgebra de mapas para integrar as variáveis, e mapas isócronos para estimar os fusos horários de viagem longe dos novos aeroportos sugeridos. O *software* QGIS 3.38.3 foi utilizado durante todo o estudo.

Em relação ao processo Multicritério, as variáveis foram organizadas em um quadro hierárquico responsável pela atribuição de pesos para identificação de áreas viáveis. Esses dados foram usados para configurar dimensões combinando camadas com diferentes pesos (Pereira *et al*, 2024; Nóbrega *et al*, 2016). A ponderação das variáveis ocorreu em três níveis hierárquicos:

1. Aplicação de pesos a cada camada de dados para criar as variáveis de entrada do modelo em formato *raster*. Exemplo: criação de um mapa de decaimento baseado na proximidade euclidiana de uma rodovia;
2. Agrupamento de variáveis em categorias, com pesos diferentes para cada variável. Esse procedimento é responsável pela criação das dimensões.
3. Combinação de dimensões (grupos de variáveis) por meio de regras baseadas em diferentes pesos. Essa etapa é responsável por criar diferentes cenários finais no modelo.

Para manter a integridade da estrutura de cinco classes, a classificação de dados dependia de quebras naturais. Quanto mais próximo um fenômeno estiver da classe cinco, maior será a sua incidência na área de estudo. O modelo foi construído com pesos distintos: cada dimensão prioritária recebeu cinquenta por cento do peso atribuído, e os dados restantes foram distribuídos igualmente entre os pesos remanescentes, conforme detalhado na Tabela 2. A atribuição dos pesos baseou-se em um critério normativo, refletindo a opinião dos autores. Essa abordagem visou o desenvolvimento de um modelo para aprimoramento a posteriori, caracterizando-se como uma decisão exploratória e, portanto, sujeita a ajustes futuros.

Tabela 2 - Dimensões e pesos por variável de entrada

Dimensão	Dados	DT	DI	DS	DF
Turismo	(a) Visitantes domésticos	1,80	0,69	0,80	0,53
	(b) Visitantes estrangeiros	1,80	0,69	0,80	0,53
	(c) Emprego induzido	1,80	0,69	0,80	0,53
	(d) Impostos estaduais	1,80	0,69	0,80	0,53
	(e) Hospedagem	1,80	0,69	0,80	0,53
Infraestrutura	(f) Rodovias federais	0,69	1,80	0,80	0,53
	(g) Rodovias estaduais	0,69	1,80	0,80	0,53
	(h) Vias navegáveis	0,69	1,80	0,80	0,52
	(i) Ferrovias	0,69	1,80	0,80	0,53
	(j) Aeroportos	0,70	1,80	0,90	0,53
Socioeconômico	(k) População	0,70	0,70	1,29	0,53
	(l) PIB agrícola	0,69	0,69	1,28	0,53
	(m) PIB de serviços	0,69	0,69	1,28	0,53
	(n) PIB industrial	0,69	0,69	1,28	0,53
	(o) IDH	0,69	0,69	1,29	0,53
	(p) Renda per capita	0,69	0,70	1,29	0,53
	(q) CFEM	0,69	0,69	1,29	0,53
Frota	(r) Frota total	0,70	0,70	0,90	9,00
Peso total		18	18	18	18

Elaboração: Os autores, 2024.

Legenda: DT = Dimensão Turística; DI = Dimensão de Infraestrutura; DS = Dimensão socioeconômica; DF = Dimensão de Frota.

As seguintes fórmulas foram assumidas pelas equações usadas para construir a álgebra de mapas:

$$DT = (1,8 * (a + b + c + d + e)) + (0,69 * (f + g + h + i + l + m + n + o + p + q)) + (0,70 * (j + k + r)) / 18 \quad (1)$$

$$DI = (0,69 * (a + b + c + d + e)) + (1,8 * (f + g + h + i + j)) + (0,70 * (k + l + m + n + o + q + r)) / 18 \quad (2)$$

$$DS = (0,8 * (a + b + c + d + e + f + g + h + i)) + (0,9 * (j + r)) + (1,29 * (k + l + m + n + o + p + q)) / 18 \quad (3)$$

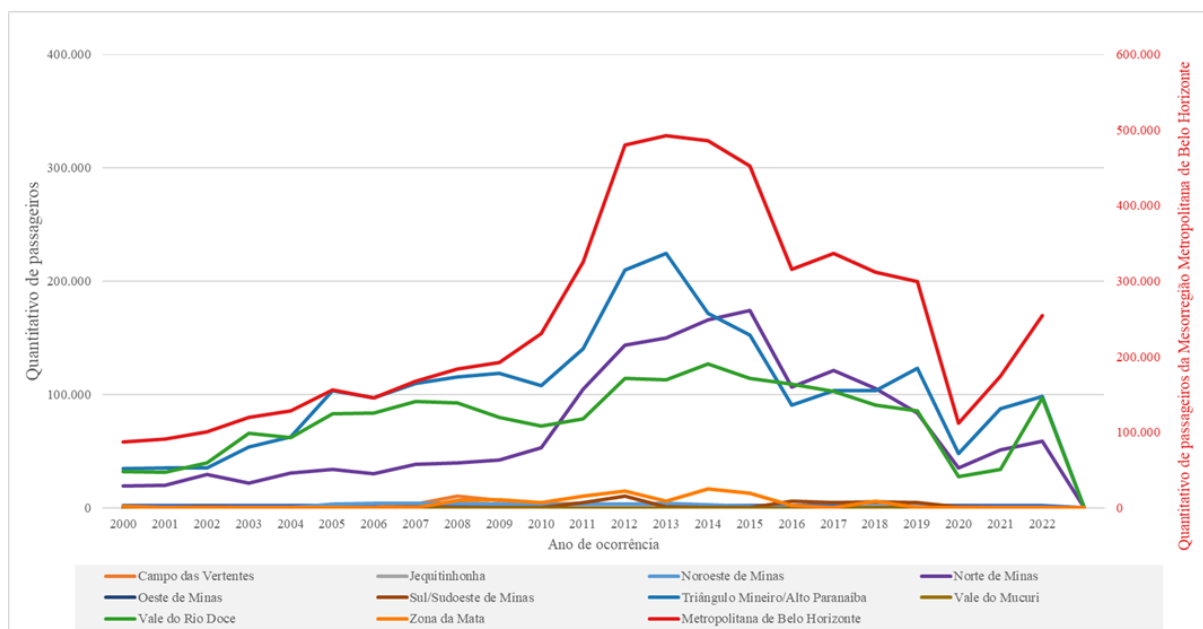
$$DF = (0,53 * (a + b + c + d + e + f + g + h + i + j + k + l + m + n + o + p + q)) + (9 * r) / 18 \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Voos Regionais em Minas Gerais

A análise da evolução dos voos comerciais em Minas Gerais entre 2000 e 2022 revelou uma dinâmica marcada pela instabilidade e forte concentração espacial, conforme detalhado nas Figuras 2 e 3. Por outro lado, a Figura 2 mostra que, embora não haja uma distribuição geográfica consistente, os anos de 2012 a 2015 apresentaram a maior demanda por voos regionais no Estado.

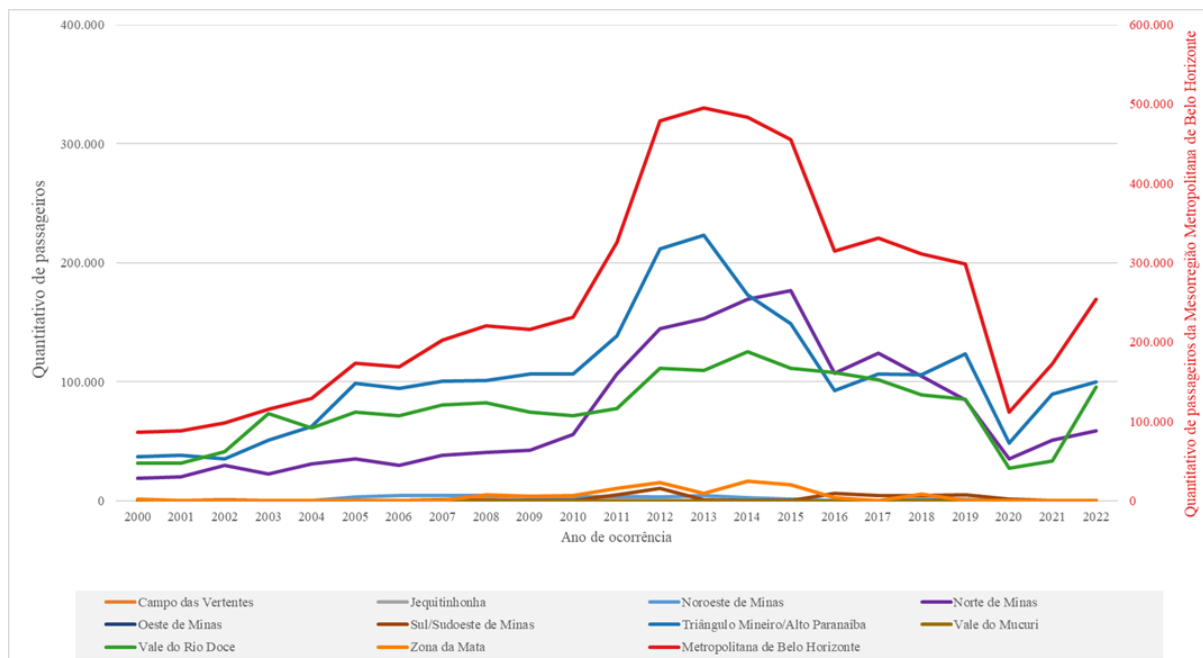
Figura 2 - Evolução anual do número de passageiros por origem em voos regionais em Minas Gerais (2000–2022)



Fonte: ANAC, 2024. Preparado: os autores, 2024.

Deve-se notar que a Figura 3 mostra os voos por destino, e não foram identificadas mudanças bruscas em relação às origens dos voos.

Figura 3 - Evolução anual do número de passageiros por destino em voos regionais em Minas Gerais (2000–2022)

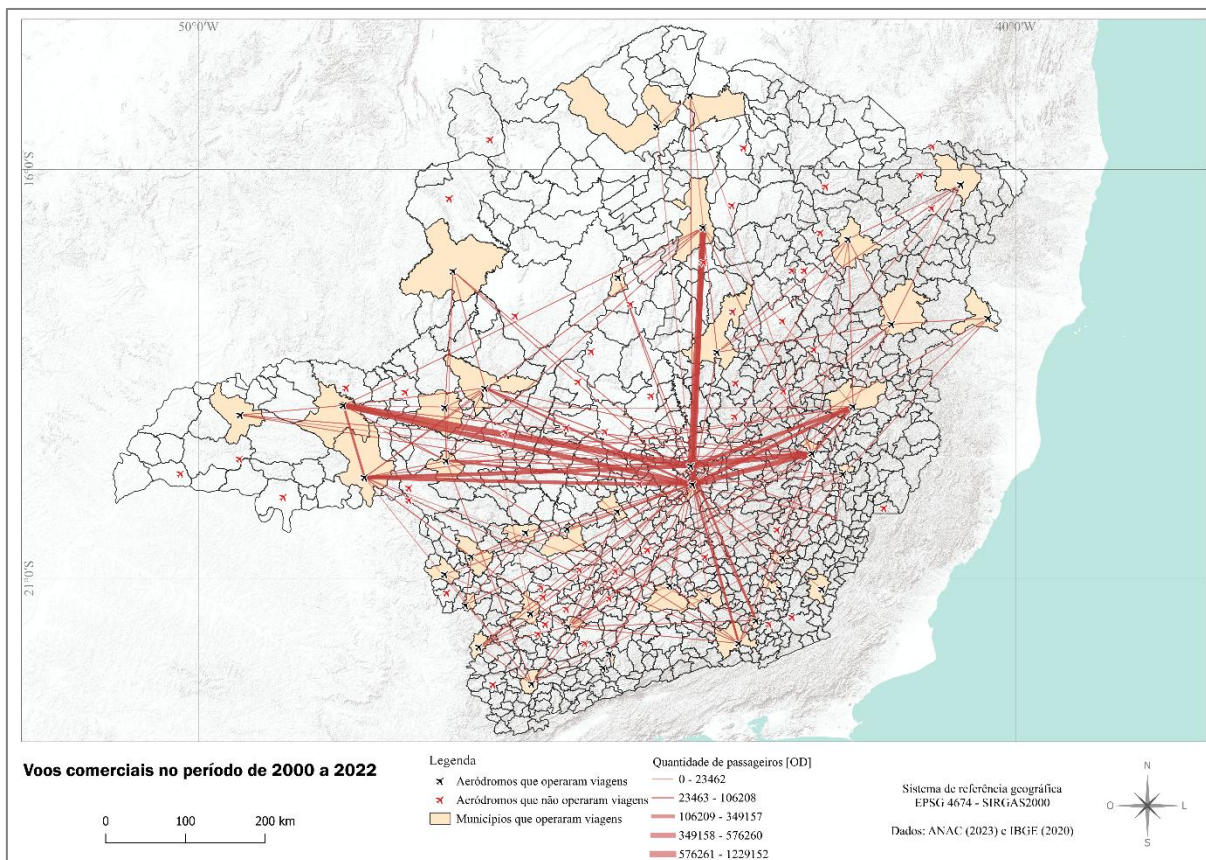


Fonte: ANAC, 2024. Preparado: os autores, 2024.

Vale ressaltar que não há registros de voos regionais originários ou destinados à mesorregião Central Mineira entre 2000 e 2022. Assim, parte-se do pressuposto de que cada aeródromo listado tem potencial para melhorar a mobilidade da sociedade por meio do transporte aéreo local, atendendo às necessidades de vários municípios e contribuindo para o desenvolvimento económico e social da mesorregião.

Considerando todos os voos regionais nesse período, a Figura 4 mostra um número significativo de aeródromos que não operaram voos. Entre os que o fizeram, destacam-se os municípios de Belo Horizonte, Uberlândia, Uberaba, Montes Claros e Governador Valadares pelo alto volume de passageiros.

Figura 4 - Minas Gerais (Brasil): Mapa temático do número acumulado de passageiros em voos comerciais, 2000 a 2022



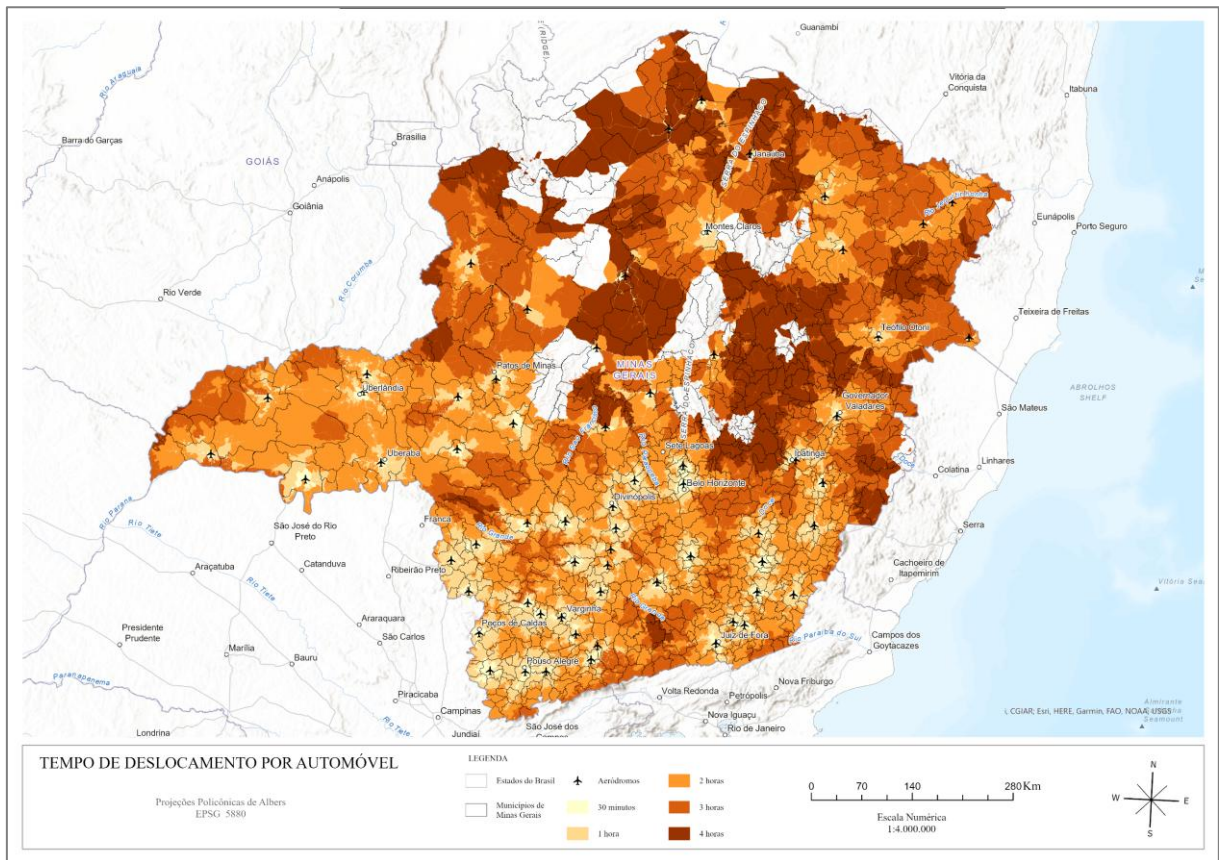
Fonte: IBGE, 2022; ANAC, 2024. Elaboração: os autores, 2024.

Distribuição Espacial Aeroportuária e Conectividade Rodoviária

Com base nos tempos de viagem predefinidos, foi criado um mapa isócrono para representar visualmente o tempo necessário para chegar ao aeródromo mais próximo. O mapa isócrono, apresentado na Figura 5, ilustra graficamente as zonas acessíveis a partir dos aeródromos nos tempos de viagem especificados, permitindo uma compreensão clara das regiões com maior acessibilidade aos aeródromos.

Essa visualização é valiosa para o planejamento da infraestrutura de transporte, definição de rotas estratégicas e análise de demanda em relação aos aeródromos. Além disso, o mapa isócrono pode servir como uma ferramenta para o planejamento de emergência e resposta crítica. A análise visual de áreas alcançáveis dentro de um determinado tempo pode ajudar na identificação de regiões mais vulneráveis, no apoio à implementação de medidas de segurança e na viabilização de respostas rápidas, quando necessário.

Figura 5 - Minas Gerais (Brasil): Tempo de viagem dos aeródromos existentes



Fonte: IBGE, 2022; ANAC, 2024. Preparado: os autores, 2024.

A Figura 5 revela níveis variados de cobertura de aeródromo em diferentes regiões. Essa análise destaca regiões com melhor cobertura, enquanto outras têm atendimento satisfatório ou limitado. As mesorregiões com maior concentração de aeródromos – resultando em maior acessibilidade e facilidade de deslocamento aéreo – são Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Sul/Sudoeste de Minas, Campo das Vertentes, Zona da Mata, Oeste de Minas e Região Metropolitana de Belo Horizonte.

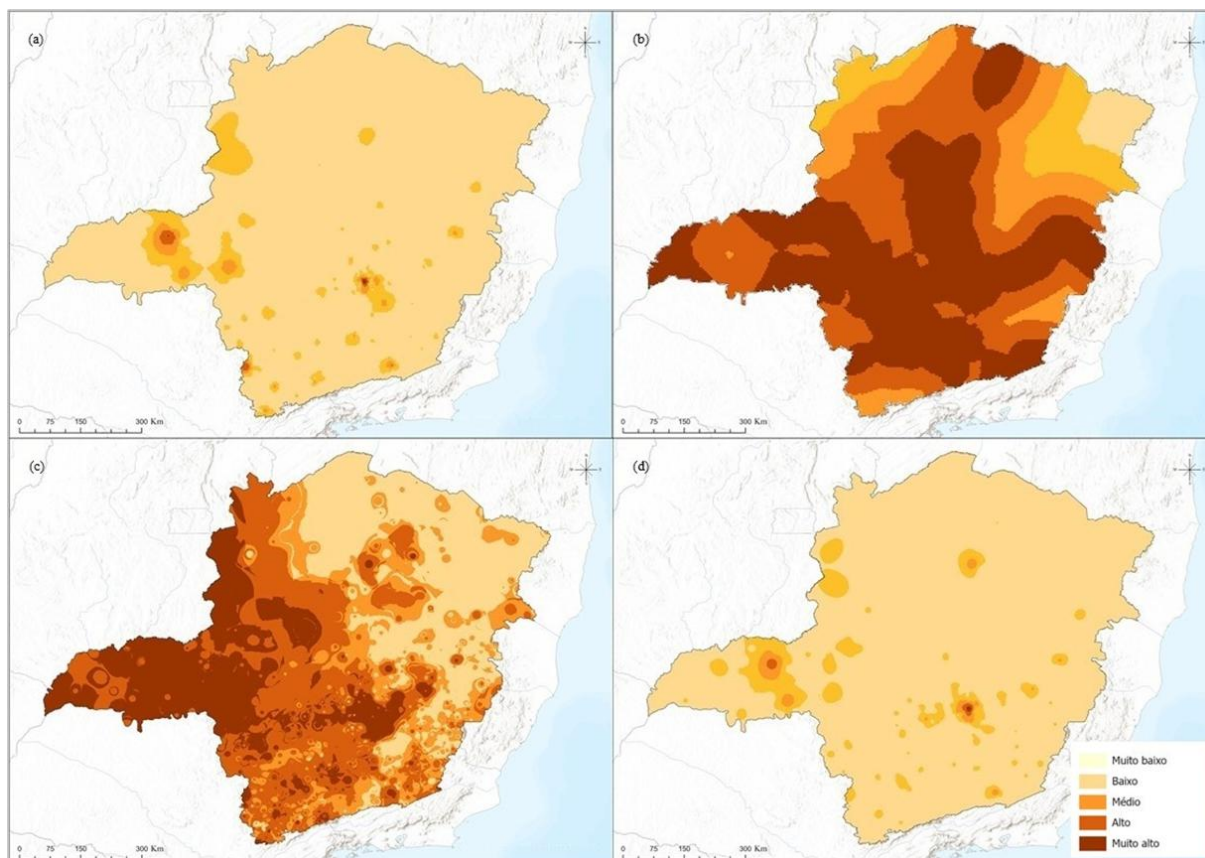
Em contraste, as mesorregiões com cobertura satisfatória, ainda que mais limitada, incluem Vale do Rio Doce, Central Mineira e Vale do Jequitinhonha. Embora possuam menos aeródromos que as áreas anteriores, mantêm um nível razoável de distribuição, permitindo um transporte aéreo acessível.

Por outro lado, as mesorregiões Norte e Noroeste de Minas apresentam as menores coberturas de aeródromos. Essas áreas têm uma concentração esparsa, podendo gerar desafios adicionais à acessibilidade aérea e comprometer as viagens de residentes, serviços e empresas. A análise da disponibilidade de aeródromos nas mesorregiões de Minas Gerais ajuda a identificar as áreas com melhor acesso ao transporte aéreo, bem como aquelas que podem enfrentar maiores desafios de acessibilidade.

Cálculo de áreas prioritárias para voos regionais

A partir das dimensões consideradas foram criados mapas para cada camada de dados Figura 6. Quando a dimensão turística é combinada para cada região, um potencial considerável é visto em lugares como Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, região metropolitana de Belo Horizonte, Noroeste e Sul/Sudeste de Minas Gerais. Isso destaca a importância da infraestrutura circundante para o desenvolvimento do turismo, conforme mostrado na Figura 6a.

Figura 6 - Minas Gerais (Brasil): Resultado da álgebra de mapas em quatro dimensões, 2022



Fonte: IBGE, 2022. Elaboração: os autores, 2024.

Os resultados da dimensão infraestrutura mostram diferenças notáveis: níveis muito altos na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Oeste de Minas, Campos das Vertentes e Central Mineira, e níveis muito baixos em mesorregiões como Jequitinhonha, Vale do Mucuri, Noroeste de Minas e Zona da Mata. Essa variação na acessibilidade reforça a importância de uma estratégia customizada para o desenvolvimento da infraestrutura turística de Minas Gerais (ver Figura 6b).

A análise da dimensão socioeconômica, conforme Figura 6c, destaca áreas com índices socioeconômicos extremamente elevados, incluindo Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Região Metropolitana de Belo Horizonte, porções do Noroeste de Minas e Sul/Sudeste de Minas. Por outro lado, regiões como o Norte de Minas, Jequitinhonha, Vale do Mucuri, Vale do Rio Doce, porções da Zona da Mata e Central Mineira requerem atenção especial ao planejar suas estratégias de desenvolvimento turístico e de infraestrutura.

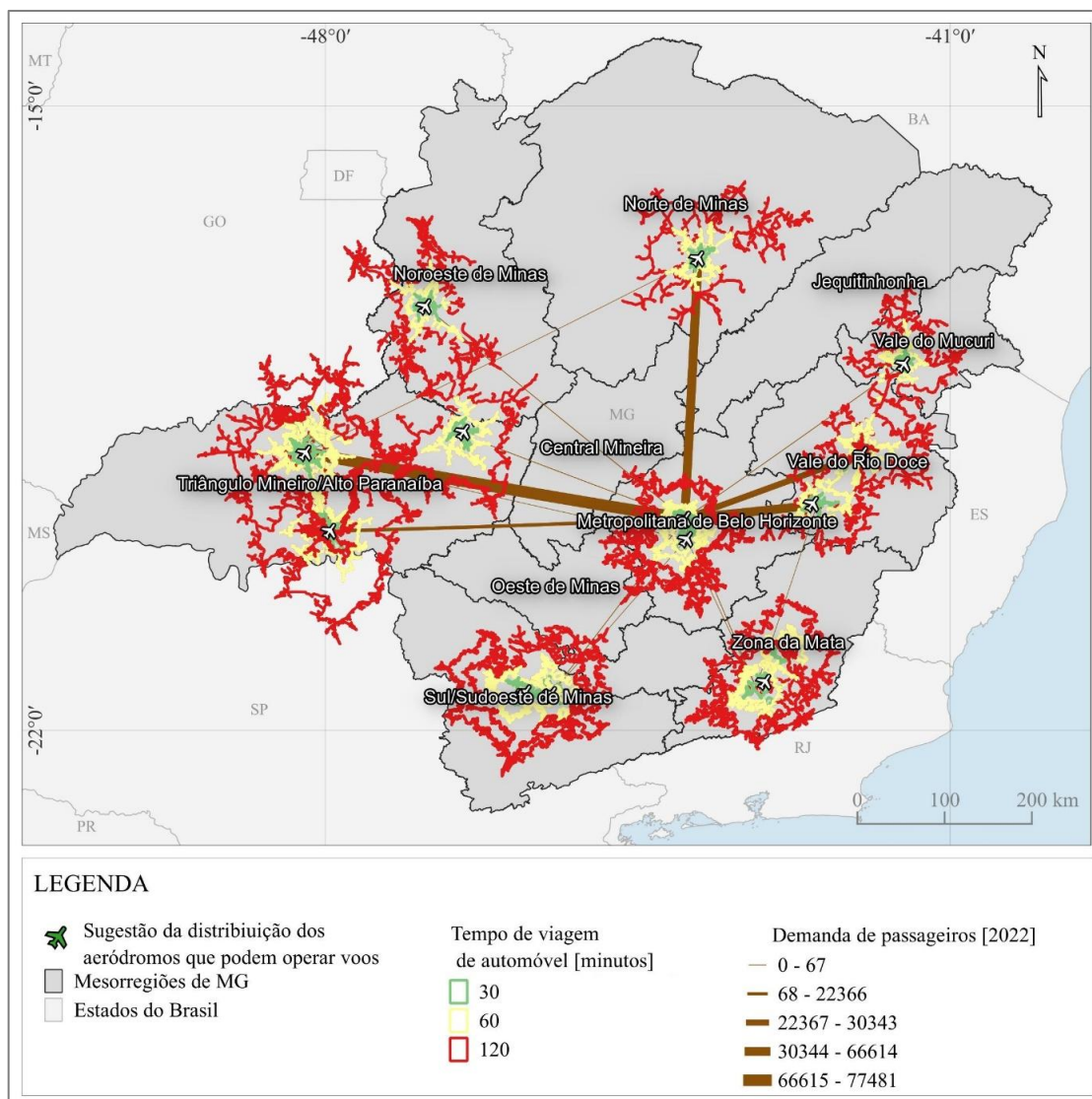
De acordo com a Figura 6d, a Região Metropolitana de Belo Horizonte, o Triângulo Mineiro, o Alto Paranaíba e o Noroeste de Minas concentram as maiores frotas de automóveis. Além de refletir a demanda por transporte, essa distribuição também indica atividade econômica e infraestrutura rodoviária nessas áreas, fatores com impacto direto na indústria de viagens e turismo. Os locais que mais demandam serviços turísticos são identificados pela distribuição da frota de automóveis, que serve como um indicador indireto da atividade turística e do potencial de mobilidade de visitantes. Esses fatores têm um impacto nas viagens aéreas e na necessidade de aeródromos nesses locais.

Embora a atribuição de valores a uma variável em uma investigação científica possa ser arbitrária, esse método tem limitações em termos de representação correta da realidade. O diálogo com profissionais do setor pode auxiliar na obtenção de valores mais precisos e realistas, o que aumenta a confiabilidade dos resultados.

Mesmo com todos os aeródromos públicos instalados, há áreas cujo acesso por automóvel leva mais de quatro horas, destacando a inadequação da malha de aviação de Minas Gerais. Isso implica que deslocamentos dentro de uma mesma região se tornam demorados, o que tem um efeito adverso em todas

as facetas da sociedade que dependem de rapidez e precisão. Assim, como mostra a Figura 7, foram escolhidos apenas aeródromos que realizaram voos em 2022.

Figura 7 - Minas Gerais (Brasil): Tempo de viagem por tamanho de carro aeroportos que operaram voos regionais, 2022



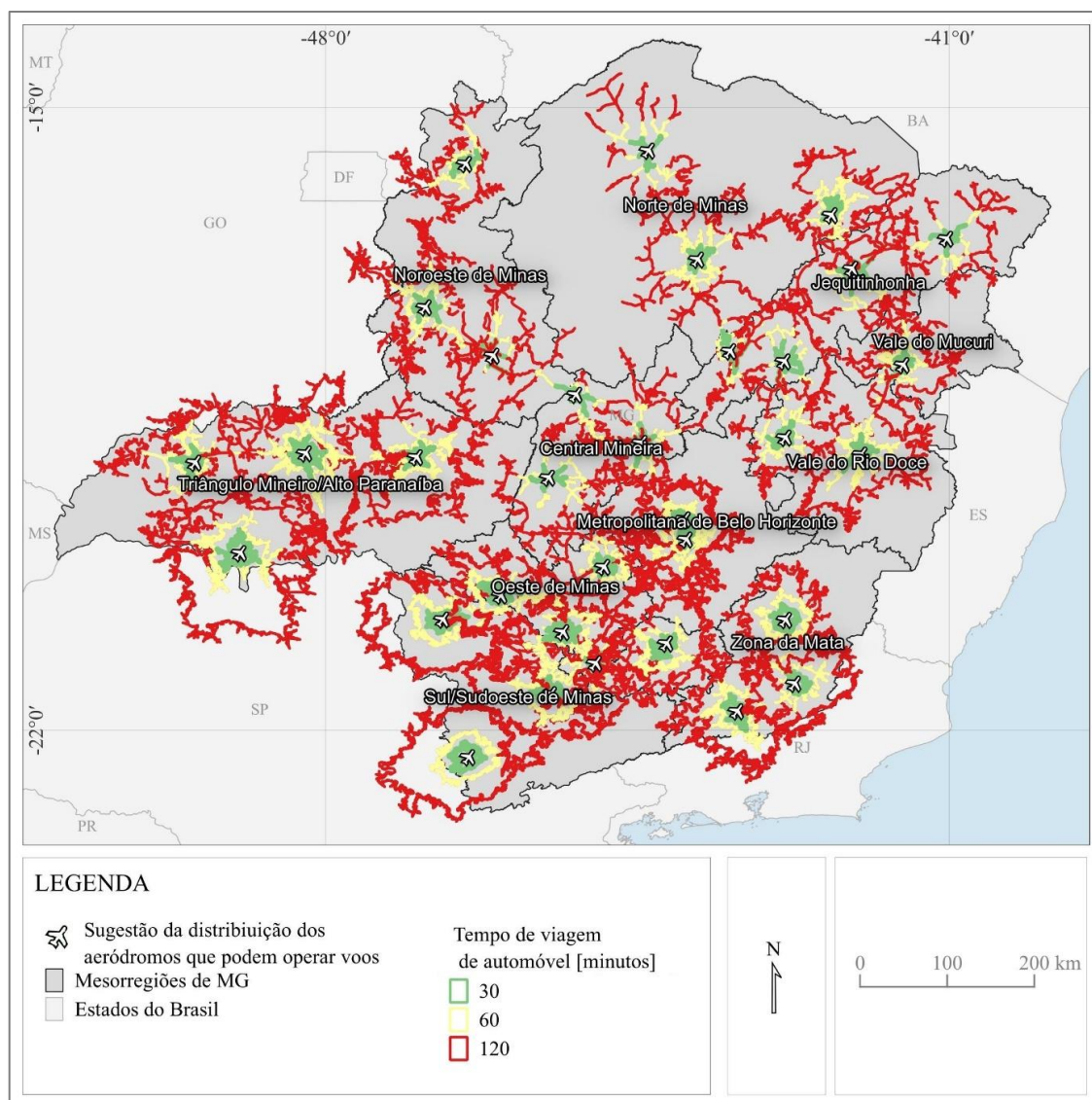
Fonte: IBGE, 2022; ANAC, 2024. Preparado: os autores, 2024.

A análise indica que a região Sul, o Triângulo Mineiro e a Região Metropolitana de Belo Horizonte têm o maior número de aeródromos com voos comerciais em Minas Gerais em 2022. Em contraste, outras regiões como Jequitinhonha, Norte de Minas, Vale do Rio Doce e Noroeste de Minas são mal atendidas. Essa discrepância pode limitar o engajamento cívico e exacerbar a desigualdade social, dificultando o acesso a serviços básicos – saúde, educação e justiça – principalmente para comunidades em áreas rurais. Além disso, restringe o crescimento dos negócios e as perspectivas de emprego e renda ao obstruir a produção local, o acesso a novos mercados e a atratividade de investimentos, sustentando assim a pobreza e o subdesenvolvimento.

Diante disso, tornam-se urgentes os investimentos em infraestrutura aeronáutica para diminuir as disparidades regionais e promover o desenvolvimento socioeconômico de Minas Gerais. É crucial modernizar os aeródromos existentes e construir novos em áreas carentes, visando aumentar a rede de aviação.

Para uma investigação mais aprofundada, a distribuição geográfica proposta dos aeródromos, conforme mostrado na Figura 8, foi separada em mesorregiões. Parte significativa das demandas é coberta pelos tempos de viagem mostrados no mapa, abrangendo tanto as áreas com necessidades imediatas quanto aquelas com potencial futuro para serviços aéreos. Um aeródromo operacional nesses locais pode promover o crescimento econômico regional.

Figura 8 - Minas Gerais (Brasil): Distribuição espacial sugerida para voos regionais no Estado



Fonte: IBGE, 2022; ANAC, 2024. Preparado: os autores, 2024.

Diagnóstico por mesorregião

Os tempos de viagem para os aeródromos designados SBBH e SBCF na mesorregião metropolitana de Belo Horizonte foram considerados adequados, atendendo às necessidades da comunidade local. Além disso, é importante observar que ambos possuem infraestrutura de operações de voo regional de primeira linha, que suporta a conectividade aérea e favorece o crescimento econômico da área. Esses aeródromos

estão estrategicamente localizados no contexto do aeródromo de Minas Gerais devido à sua acessibilidade e instalações adequadas.

Observa-se ampla cobertura em toda a mesorregião do Norte de Minas, especialmente em áreas com maior concentração populacional. No entanto, à medida que nos aproximamos para o oeste dentro da mesorregião, nota-se uma queda na densidade populacional e uma escassez de estradas, o que pode influenciar a acessibilidade e a conectividade nessa área. Para atender às necessidades de transporte, torna-se imperativo realizar uma análise mais completa das opções de transporte terrestre e aéreo.

Entre 2000 e 2023, não foram encontrados voos regionais na mesorregião do Centro de Minas, ressaltando a necessidade de estabelecer um serviço regular de aviação regional para essa localidade. A implementação de voos comerciais regulares atenderia às necessidades de conexão não apenas da mesorregião em questão, mas também das vizinhas. Os aeródromos SNLI, SNAS e SNSS, propostos para voos comerciais de rotina, aumentarão a acessibilidade aérea e promoverão o desenvolvimento social e econômico tanto na mesorregião de Minas Central quanto no seu entorno.

A proposta de distribuição espacial dos aeródromos na mesorregião do Jequitinhonha foi impulsionada principalmente pela demanda existente, encontrada por meio das estatísticas fiscais de mineração do Estado. As necessidades de conexão aérea poderiam ser mais bem atendidas com o estabelecimento de voos regionais nos aeródromos SNUI, SNLV, SNJK e SNJQ. Além de melhorar a acessibilidade e a mobilidade locais, esse projeto forjaria novos empreendimentos econômicos e fortaleceria as relações com a comunidade, promovendo um desenvolvimento mais sustentável e equitativo.

Se houvesse voos regionais frequentes do aeródromo SNT0, a demanda de tempo de viagem da mesorregião do Vale do Mucuri seria atendida pela malha rodoviária. As mesorregiões do entorno teriam papel complementar em áreas onde o tempo máximo de viagem recomendado não é cumprido, garantindo a conectividade e acessibilidade necessárias tanto para os empreendimentos quanto para a população da região do Vale do Mucuri.

O estabelecimento de voos frequentes nos aeródromos SBGV e SNDN proporcionaria uma chance de atender à demanda de transporte aéreo na mesorregião do Vale do Rio Doce. O funcionamento regular desses aeródromos aumentaria a acessibilidade aérea e a conectividade na mesorregião do Vale do Rio Doce, beneficiando tanto as pessoas quanto as atividades econômicas da região.

Quanto à mesorregião do Oeste de Minas, os voos regulares nos aeródromos SNDV, SNZR e SNUY seriam cruciais para atender com eficiência às necessidades de transporte aéreo. A operação frequente nesses aeródromos ampliaria a mobilidade dos residentes, aumentaria o turismo e apoiaria a atividade econômica regional. Resultados semelhantes seriam esperados na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas, com a ativação de voos em aeródromos próximos, incentivando a integração socioeconômica, a acessibilidade e o desenvolvimento regional.

Por fim, os voos regulares nos aeródromos SNFU, SNPJ, SBUL e SNYB seriam uma solução abrangente para atender à demanda por transporte aéreo na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Essa região, que abriga uma população considerável e uma economia próspera, veria um aumento significativo na conectividade aérea com voos frequentes nesses terminais. Além disso, essa medida fomentaria tanto os negócios quanto o turismo regional. As descobertas encorajadoras da análise de álgebra de mapas sugerem um potencial de demanda significativo para a região, destacando a importância e a viabilidade de estabelecer voos frequentes nos aeródromos designados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É impossível superestimar a importância de voos regionais geograficamente bem distribuídos e regulares, pois eles são um componente-chave para a acessibilidade, a conexão e o desenvolvimento regional equitativo. As disparidades no acesso ao desenvolvimento socioeconômico, às oportunidades econômicas e aos serviços básicos podem ser diminuídas por meio de uma distribuição justa dos voos regionais entre as várias regiões. Ao priorizar voos regulares em aeródromos geograficamente dispersos e estrategicamente posicionados, fica possível estabelecer uma rede aérea mais completa e eficiente, melhorando as redes de transporte aéreo e rodoviário.

A análise realizada neste estudo sobre a aviação regional em Minas Gerais enfatiza o papel crucial da infraestrutura aeroportuária no avanço social e econômico das comunidades. As lacunas no acesso da população à conectividade aérea em Minas Gerais, reveladas pela localização dos aeródromos e pela avaliação da possibilidade de voos regionais, reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas à

melhoria da infraestrutura e ao fomento ao turismo – dois fatores críticos para o desenvolvimento local, por meio da identificação de regiões com déficits de transporte aéreo.

O estudo também destaca a interdependência entre as várias formas de transporte, ressaltando a necessidade de uma estratégia integrada que leve em consideração não apenas os aviões, mas também as estradas e outras opções de trânsito. Essa integração é essencial para garantir que as comunidades tenham acesso simples a oportunidades e serviços e para ajudar a diminuir as disparidades regionais. Assim, o estabelecimento de voos regionais frequentes em aeródromos bem escolhidos tem o potencial de mudar a dinâmica econômica de diferentes áreas e incentivar um crescimento mais equitativo.

Outro fator relevante são os benefícios potenciais da aviação regional para o turismo. O acesso a transporte aéreo pode facilitar o fluxo de turistas, devido à crescente procura por experiências diversificadas de viagem, o que impulsionaria a economia local em geral, bem como as indústrias hoteleira¹¹¹ e alimentícia. Melhorar o turismo regional, que é alimentado pela aviação, pode melhorar a qualidade de vida da população, criando empregos e aumentando as receitas fiscais.

Por fim, este estudo destaca a importância de investir na aviação regional como um motor de desenvolvimento. Faz, ainda, um apelo à ação para os líderes dos setores público e comercial, destacando a necessidade de criatividade e de ajuste para atender às necessidades modernas. Ao priorizar a aviação regional, Minas Gerais poderá aprimorar seu sistema de transporte e promover um crescimento econômico inclusivo e sustentável que beneficiará toda a comunidade.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa contou com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os autores também agradecem à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) por fornecer os dados de voos regionais.

REFERÊNCIAS

- BARROS, P. H. B. de; BAGGIO, I. S. **Uma análise espacial da malha rodoviária brasileira: relações com o desenvolvimento econômico regional**. Editora Científica Digital, v. 1, p. 360–372, 2022. <https://doi.org/10.37885/220107241>.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 25 abr. 2024.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Glossário de normas técnicas**. 2024. Disponível em: https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/tr60.htm. Acesso em: 3 jan. 2024.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Tráfego aéreo**. 2008. Disponível em: https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/tr60.htm. Acesso em: 8 mar. 2024.
- BRASIL. Agência Nacional de Mineração (ANM). **Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais**. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/arrecadacao/arrecadacao>. Acesso em: 27 out. 2024.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Mapas**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/dados-de-transportes/bit/bit-mapas>. Acesso em: 27 out. 2023.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 27 out. 2024.
- BRASIL. Ministério dos Transportes. **Frota de Veículos** - 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2024>. Acesso em: 27 out. 2024.
- BRASIL. Ministério dos Transportes. **Ministro dos Transportes debate a importância da conectividade entre modais para impulsionar logística no Brasil**. Agência Gov, mar. 2024.

Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202403/renan-filho-debate-a-importancia-da-conectividade-entre-modais-para-impulsionar-logistica-no-brasil>. Acesso em: 16 nov. 2024.

CODEMGE. **Nota - Voe Minas Gerais**. 5 jun. 2019. Disponível em: <http://www.codemge.com.br/nota-voe-minas-gerais-05-06-19/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

DEV, A. et al. **The Economic Impact of Aviation**. International Journal of Research Publication and Reviews, v. 4, p. 4193–4198, 2023.

GLAUBER, E. O. et al. **Demanda turística por destinos com severas limitações de acesso: casos brasileiros**. Pasos: Revista de Turismo y Patrimonio Cultural, La Laguna, v. 15, n. 3, p. 1, 2017. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2017.15.035>.

HUI, Nancy et al. **Measuring the completeness of complete streets**. Transport Reviews, v. 38, n. 1, p. 73–95, 2 jan. 2018. <https://doi.org/DOI: 10.1080/01441647.2017.1299815>.

MAGALHÃES, M. T. **Spatial coverage index for assessing national and regional transportation infrastructures**. Journal of Transport Geography, Oxford, v. 57, p. 105–116, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692316304604>. Acesso em: 25 maio 2025.

MINAS GERAIS (Estado). Departamento de Estradas e Rodagem. **Rodovias**. Disponível em: <https://www.der.mg.gov.br/transportes/rodovias>. Acesso em: 27 out. 2024.

MINAS GERAIS (Estado). **Geografia**. 22 jun. 2022. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/pagina/geografia>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MINAS GERAIS (Estado). Secretaria de Estado de Cultura e Turismo. **Informações da Secretaria de Estado de Cultura e Turismo**. 2022. Disponível em: <https://www.secult.mg.gov.br/>. Acesso em: 8 mar. 2024.

OLIVEIRA, A. B. **Transportes e Dinâmicas Econômicas no Desenvolvimento do Maranhão**. GEOGRAFIA, Londrina, v. 30, n. 2, p. 91–109, 19 jun. 2021. <https://doi.org/DOI: 10.5433/2447-1747.2021v30n2p91>.

PEREIRA, H. M. et al. **Inteligência geográfica para avaliação de propostas de projeto de concessão de corredores ferroviários**. Transportes, Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 75–84, 2016. <https://doi.org/DOI: 10.14295/transportes.v24i4.1077>.

PEREIRA, R. H. M. et al. **r5r: Rapid Realistic Routing on Multimodal Transport Networks with R5 in R**. Findings, 4 mar. 2021. Disponível em: <https://findingspress.org/article/21262-r5r-rapid-realistic-routing-on-multimodal-transport>. Acesso em: 8 mar. 2024. <https://doi.org/DOI: 10.32866/001c.21262>.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System: Open Source Geospatial Foundation.

RIBEIRO, L. C. S.; MONTENEGRO, R. L. G.; PEREIRA, R. M. **Estrutura econômica e encadeamentos setoriais de Minas Gerais: uma contribuição para as políticas de planejamento**. Brasília, DF: IPEA, dez. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/4268>. Acesso em: 16 nov. 2024.

SEABRA, L. O. **Metodologia para gestão estratégica do transporte público urbano baseado em macro-processos estratégicos organizacionais**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB_bdda61736657d84db52a6e4ef9a56dbd. Acesso em: 20 set. 2023.

VOWLES, Timothy M. **Geographic Perspectives of Air Transportation**. The Professional Geographer, v. 58, n. 1, p. 12–19, 1 fev. 2006. <https://doi.org/DOI: 10.1111/j.1467-9272.2006.00508.x>.

Recebido em: 27/11/2024

Aceito para publicação em: 13/06/2025