

# XXII SITRAER 2025

## Simpósio de Transporte Aéreo



---

### ANÁLISE OPERACIONAL DA CAPACIDADE DE PISTA EM SETE AEROPORTOS REGIONAIS DO BRASIL

Madalena Osório Leite, Francisco Heber Lacerda de Oliveira  
Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal do Ceará (UFC)

madalenaosorioleite@unifor.br, heber@det.ufc.br

---

**PAPER ID: SITXXX**

#### ABSTRACT

This article presents an analysis of the theoretical hourly capacity of runway operations at Brazilian regional airports, based on real operational data and the methodology proposed by the Federal Aviation Administration (FAA). Runway capacity is a key indicator for airport infrastructure planning and management, representing the maximum number of movements that can be performed per hour under normal conditions. The study was conducted in an academic setting and involved seven airports from different regions of the country. The methodology included the collection of technical data such as annual traffic volume, runway length, and aircraft fleet composition. These data were used to estimate runway capacity under Visual Flight Rules (VFR) and Instrument Flight Rules (IFR) conditions, applying FAA reference charts and a weighted average based on the estimated frequency of each condition. The results show that estimated capacity is influenced not only by physical infrastructure but also by operational factors such as aircraft mix and weather conditions. In several cases, underutilization of available capacity was observed, indicating room for traffic expansion. The study concludes that the adopted methodology is effective in supporting regional aviation planning and provides technical insights for strategic decision-making.

**Keywords:** Runway capacity, Regional airports, Airport planning.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

If applicable, insert here the acknowledgements. In the next pages any information that could potentially uncover the authors identity may be provided. Before uploading the PDF file of the article, please remove all the properties (metadata) of the file as names, etc.

#### GENERATIVE AI USAGE STATEMENT

The authors declare that the use of generative AI tools was restricted to technical support activities, without compromising the originality, analysis, and conclusions presented in the work. All information obtained through these resources was carefully evaluated and integrated into the study, ensuring methodological rigor and academic integrity. Tool X was used for automated research, enhancing the search for references related to the study topics, and Tool Y was used to review the text.

Use the alternative "This research did not use generative AI."

## **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento da demanda por transporte aéreo tem ampliado os desafios operacionais enfrentados pelos aeroportos, especialmente no que se refere à gestão eficiente da infraestrutura disponível. Entre os elementos críticos para o desempenho da infraestrutura aeroportuária, destaca-se a capacidade horária das pistas de pouso e decolagem, parâmetro que delimita o número máximo de movimentos possíveis em condições normais de operação. A avaliação dessa capacidade envolve múltiplas variáveis, como a configuração física da pista, os procedimentos operacionais adotados, as condições meteorológicas predominantes e a composição da frota em operação (De Neufville & Odoni, 2013).

No contexto brasileiro, o modelo regulatório conduzido pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) tem incorporado métricas de capacidade em processos de concessão, planejamento e fiscalização da infraestrutura aeroportuária. Tais métricas derivam de metodologias consolidadas, como as diretrizes da *Federal Aviation Administration* (FAA) e da Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO), sendo adaptadas às especificidades operacionais nacionais. A mensuração da capacidade permite dimensionar a infraestrutura de acordo com a demanda, orientar investimentos e avaliar a eficiência da utilização dos ativos aeroportuários (Correia *et al.*, 2021).

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a estimativa da capacidade horária teórica de sete aeroportos regionais brasileiros, com base em dados operacionais reais e na metodologia da FAA. A análise observa a relação entre parâmetros como volume anual de movimentos, comprimento da pista e composição da frota e o potencial de desempenho de diferentes terminais. A partir dos resultados, busca-se identificar situações de possível subutilização da infraestrutura instalada e refletir sobre as implicações para o planejamento da aviação regional.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A capacidade horária das pistas de pouso e decolagem é um dos principais indicadores de desempenho operacional em aeroportos. Ela corresponde ao número máximo de movimentos por hora que podem ser realizados de forma segura e ordenada, considerando variáveis como separação entre aeronaves, condições meteorológicas, tipo de uso da pista (mista ou segregada) e procedimentos de controle de tráfego aéreo (De Neufville e Odoni, 2013). Eurocontrol (2015) destaca que a gestão eficiente da capacidade da pista está diretamente relacionada à redução de atrasos, ao uso racional do espaço aéreo e à sustentabilidade das operações aeroportuárias.

Operar próximo ao limite da capacidade horária compromete a resiliência do sistema, tornando-o mais vulnerável a interrupções, conforme demonstrado por Odoni, Wei e Hsu (1997) e reforçado por Cook e Tanner (2015), ao analisarem os impactos operacionais em cenários de saturação. No contexto brasileiro, Correia, Fernandes e Ramos (2021) identificam desconcompassos entre a capacidade estimada e a demanda real em diversos aeroportos, o que contribui para o aumento dos tempos de espera e a degradação da qualidade do serviço. Em contrapartida, há também terminais com infraestrutura disponível significativamente superior à demanda, caracterizando situações de subutilização. Essa assimetria revela a fragilidade na articulação entre o planejamento aeroportuário e as políticas regionais de desenvolvimento (Oliveira & Oliveira, 2018).

A descentralização das operações aéreas, com a ampliação do uso de aeroportos regionais, tem sido discutida como alternativa para aliviar a pressão sobre os grandes centros. Forsyth, Guiomard e Niemeier (2020) analisaram o papel estratégico desses terminais em redes integradas, destacando seu potencial para ampliar a capilaridade do sistema e impulsionar o desenvolvimento regional. Nesse

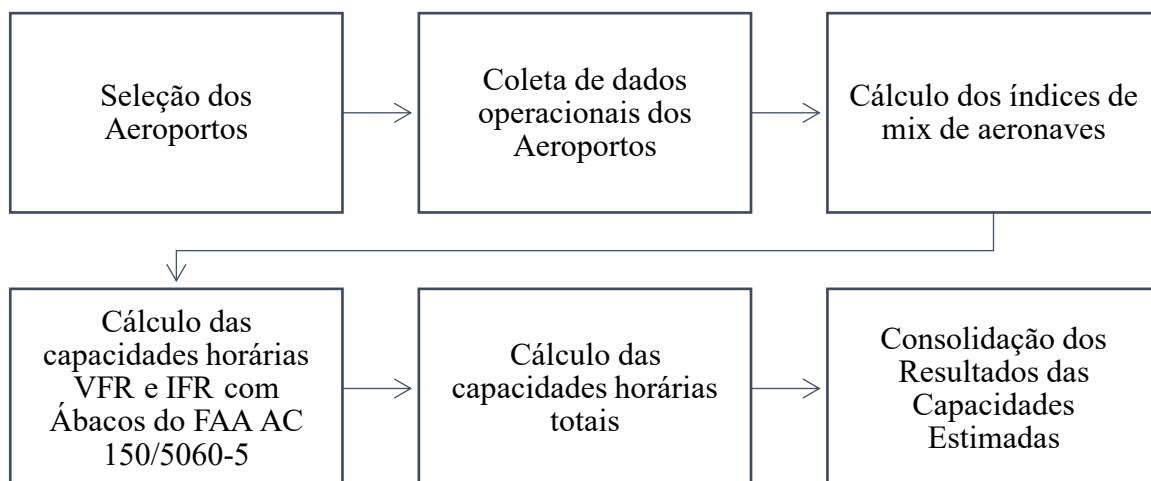
mesmo sentido, Graham e Halpern (2021) concluíram que aeroportos regionais bem inseridos em uma malha coordenada podem contribuir para uma distribuição mais equilibrada do tráfego aéreo e para o aprimoramento do desempenho geral da aviação civil.

A análise da capacidade horária das pistas é uma etapa essencial nos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), pois fornece subsídios técnicos para o dimensionamento da infraestrutura. Essa avaliação deve considerar variáveis operacionais como a configuração da pista, os procedimentos de voo adotados e o perfil da frota que utiliza o aeroporto. A metodologia mais consolidada internacionalmente é a proposta pela *Federal Aviation Administration* (FAA), descrita na circular Advisory Circular AC 150/5060-5: Airport Capacity and Delay. De acordo com a FAA (1983), a capacidade horária básica ( $C^*$ ) pode ser estimada por meio de ábacos elaborados com base em simulações e observações empíricas, levando em conta a separação entre aeronaves, o tipo de operação (VFR ou IFR) e o *mix* de frota.

O cálculo da capacidade depende da identificação correta da composição da frota, que é expressa pelo índice de *mix* de aeronaves. Esse índice representa a proporção entre aeronaves leves e aeronaves de maior porte (geralmente categorias C e D), sendo determinante para a escolha do ábaco correspondente e, conseqüentemente, para a estimativa de  $C^*$ . A metodologia prevê, ainda, que os cálculos sejam realizados separadamente para condições meteorológicas visuais (VFR) e por instrumentos (IFR), o que permite avaliar a infraestrutura sob diferentes cenários operacionais (FAA, 1983).

### 3. METODOLOGIA

Foram selecionados sete aeroportos brasileiros. Cada equipe ficou responsável por levantar dados técnicos do aeroporto escolhido, como localização, cabeceiras, configuração da pista, volume de tráfego e tipos de aeronaves operantes. Além disso, foi realizada uma análise qualitativa das características operacionais do aeroporto, considerando aspectos como sazonalidade, condições meteorológicas e presença de eventos de pico de demanda. As etapas da metodologia podem ser observadas na Figura 1.



**Figura 1:** Metodologia.

A escolha dos aeroportos foi feita de forma a representar diferentes realidades operacionais, estruturais e regionais do Brasil, priorizando a diversidade geográfica (Norte, Nordeste, Sul e Sudeste) e de porte (regionais e nacionais). A seleção também considerou a disponibilidade de dados de operação (movimentos, frota, condições meteorológicas), além de eventuais intervenções recentes nas pistas ou terminais, o que permitiu avaliar a efetividade dessas melhorias. Os sete aeroportos estudados estão listados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Lista dos Aeroportos analisados.

<b>Aeroporto</b>	<b>Cidade/Estado</b>	<b>Código ICAO</b>
Aeroporto Glauber Rocha	Vitória da Conquista – BA	SBVC
Aeroporto Coronel Adalberto Mendes da Silva	Cascavel – PR	SBCA
Aeroporto Oscar Laranjeira	Caruaru – PE	SNRU
Aeroporto Zumbi dos Palmares	Maceió – AL	SBMO
Aeroporto Júlio Belém	Parintins – AM	SWPI
Aeroporto Presidente João Suassuna	Campina Grande – PB	SBKG
Aeroporto Regional do Cariri	Juazeiro do Norte – CE	SBJU

Foram coletados dados operacionais a partir de fontes oficiais, como a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e o Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea (CGNA). Também foram consultados sites de operadores aeroportuários e relatórios de concessão para obter informações sobre cada terminal. Entre os dados levantados estão o número total de movimentos anuais (pousos e decolagens), a média diária de operações, as condições meteorológicas predominantes, a frequência de operações sob regras de voo visual (VFR) ou por instrumentos (IFR) e a configuração da pista, incluindo tipo, comprimento e cabeceiras ativas. Além disso, consideraram informações sobre a gestão do aeroporto, como o operador e eventuais intervenções. Esses dados foram a base para os cálculos de capacidade nas etapas seguintes.

Para estimar a composição da frota, foram utilizados os registros de movimentos por tipo de aeronave (obtidos via ANAC ou portais públicos de rastreamento), classificando-os segundo as categorias da FAA (A, B, C, D e E). O índice de *mix* foi calculado com base na proporção relativa de aeronaves das categorias C e D (que exigem maiores separações na pista) em relação ao total de movimentos. O do SBMO chegou a apresentar tabelas detalhadas com os modelos e quantidades por classe, enquanto outros utilizaram amostragens baseadas nos períodos de maior movimentação (mês de pico).

Os grupos aplicaram os ábacos da FAA (1993) para estimar a capacidade horária teórica das pistas, adotando como base condições operacionais ideais. O cálculo considerou o tipo de pista (pista única), o mix de frota identificado em cada aeroporto, a proporção entre pousos e decolagens e a condição meteorológica predominante, seja por regras de voo visual (VFR) ou por instrumentos (IFR). A metodologia permitiu extrair valores de referência, como 44 movimentos por hora para o aeroporto SBMO e 38 para o SWPI, ambos em condições VFR. O uso dos ábacos foi uniforme entre os grupos, refletindo a aplicação direta da metodologia proposta pela FAA.

Após a determinação da capacidade horária, os valores foram ajustados com base na proporção de tempo em que cada aeroporto opera sob condições visuais (VFR) e por instrumentos (IFR). Como nem todos os trabalhos contavam com dados meteorológicos detalhados, foi adotada, de forma uniforme entre os grupos, uma estimativa de 70% para operações em condições visuais e 30% para condições por instrumentos. Esse ajuste teve como objetivo aproximar os resultados do cenário real de operação ao longo do ano, reconhecendo que as condições climáticas influenciam diretamente o desempenho da pista. A ponderação permitiu refinar a capacidade estimada, tornando-a mais compatível com a rotina operacional observada em cada local.

Por fim, os valores de capacidade horária total foram consolidados para cada aeroporto, permitindo uma análise comparativa do desempenho potencial das pistas em diferentes contextos regionais. Os resultados obtidos correspondem a estimativas teóricas padronizadas, calculadas com base na metodologia estabelecida pela FAA, e refletem o potencial de operação sob condições ideais. As capacidades apresentadas não consideram eventuais limitações decorrentes de fatores logísticos, administrativos ou estruturais, sendo, portanto, indicativas do limite superior de desempenho que poderia ser alcançado por cada terminal em sua configuração atual.

#### 4. ANÁLISE DOS DADOS

Para a caracterização inicial dos aeroportos analisados, foram coletados os dados operacionais fundamentais que serviram de base para o cálculo da capacidade horária. As informações foram obtidas a partir de fontes como ANAC, DECEA, CGNA e sites das operadoras dos terminais. Entre os dados considerados estão o número de movimentos anuais (pousos e decolagens), o comprimento das pistas e a estrutura física disponível. Esses elementos possibilitam compreender o porte e o perfil operacional de cada aeroporto, essenciais para estimar corretamente sua capacidade teórica.

A Tabela 2 apresenta um panorama comparativo dos dados operacionais dos sete aeroportos estudados. Observa-se uma ampla variação nos volumes de operações, com terminais como SBMO superando 25 mil movimentos por ano, enquanto outros, como SNRU, apresentam números significativamente inferiores. O comprimento das pistas também varia, influenciando diretamente a capacidade de operação de aeronaves de maior porte e a flexibilidade operacional dos terminais.

**Tabela 2:** Dados operacionais dos Aeroportos analisados.

Aeroporto	Movimentos anuais (2022)	Comprimento da pista
Aeroporto Glauber Rocha	4.061	2.100 m
Aeroporto Coronel Adalberto Mendes da Silva	12.679	1.780 m
Aeroporto Oscar Laranjeira	185	1.800 m
Aeroporto Zumbi dos Palmares	25.784	2.601 m
Aeroporto Júlio Belém	3.260	1.800 m
Aeroporto Presidente João Suassuna	6.373	1.565 m
Aeroporto Regional do Cariri	11.265	2.195 m

Com base nesses dados, os ábacos da FAA (1993) foram utilizados para calcular a capacidade horária dos aeroportos, considerando as condições de operação VFR (Visual Flight Rules) e IFR (Instrument Flight Rules). Em seguida, foi aplicada uma ponderação padrão de 90% para operações visuais e 10% para operações por instrumentos, resultando na capacidade horária total. O índice de *mix* de aeronaves, que representa a proporção entre aeronaves de maior porte e aeronaves leves, foi decisivo na escolha do ábaco adequado, influenciando diretamente os resultados obtidos.

A Tabela 3 apresenta os valores estimados de capacidade para cada aeroporto. A análise dos resultados demonstra que aeroportos com características físicas semelhantes podem apresentar desempenhos distintos, conforme o *mix* de aeronaves e a frequência de uso sob condições meteorológicas variadas.

**Tabela 3:** Cálculo da Capacidade Horária Total.

Aeroporto	Índice de mix de aeronaves	Capacidade Horária VFR	Capacidade Horária IFR	Capacidade Horária Total
Aeroporto Glauber Rocha	100,0%	42,00	46,00	43,00
Aeroporto Coronel Adalberto Mendes da Silva	95,5%	39,00	37,50	37,80
Aeroporto Oscar Laranjeira	100,0%	48,40	0,00	48,50
Aeroporto Zumbi dos Palmares	113,0%	48,00	45,00	46,00
Aeroporto Júlio Belém	100,0%	50,00	46,00	46,00
Aeroporto Presidente João Suassuna	110,4%	46,20	45,50	45,57
Aeroporto Regional do Cariri	111,1%	45,76	36,96	43,12

A análise comparativa entre as duas tabelas revela que o comprimento da pista, embora relevante, não é o único fator determinante para a capacidade estimada. Por exemplo, o SNRU, com pista de 1.800 m e apenas 185 movimentos anuais, apresentou a maior capacidade total estimada (48,5 movimentos/hora), resultado fortemente influenciado pela ausência de operações IFR e por um

mix de aeronaves leve. Por outro lado, o SBCA, com maior volume de movimentos anuais e mix mais complexo, apresentou menor capacidade total (37,8).

Essas diferenças reforçam a importância da frota predominante e do regime meteorológico nas operações. Aeroportos como o SBKG e o SBJU, com índices de mix superiores a 110%, apresentaram capacidades reduzidas em IFR, o que afetou diretamente o valor total ponderado, mesmo tendo pistas com extensão satisfatória.

Além disso, a comparação entre as Tabelas 2 e 3 evidencia que alguns terminais com baixa movimentação anual e infraestrutura adequada, como o SBVC (43,0 movimentos/hora) e o SWPI (46,0), têm grande margem para absorver aumentos de tráfego, sinalizando uma subutilização da capacidade instalada. Tais resultados indicam potencial de crescimento sem necessidade imediata de ampliação física, desde que outras condições operacionais sejam favoráveis.

## 5. CONCLUSÃO

A análise integrada entre os dados operacionais e os resultados dos cálculos de capacidade horária permitiu identificar características importantes sobre o desempenho potencial dos aeroportos estudados. Ao relacionar o número de movimentos anuais e o comprimento das pistas com os valores estimados de capacidade horária total, foi possível observar uma dissociação entre o uso atual da infraestrutura e a sua capacidade teórica máxima.

Os resultados mostram que aeroportos com baixa movimentação anual apresentam uma capacidade horária superior a de terminais mais movimentados. Esse contraste indica subutilização de infraestrutura em alguns casos, sugerindo que esses aeroportos possuem margem significativa para expansão das operações sem a necessidade imediata de intervenções físicas ou operacionais.

Outro ponto relevante é o impacto do mix de aeronaves e do comprimento da pista na determinação da capacidade horária. Embora o comprimento da pista seja um fator importante para a operação de aeronaves maiores, ele não se mostrou, por si só, determinante para a capacidade total. Aeroportos com pistas mais curtas apresentaram valores de capacidade compatíveis com terminais de pista mais extensa, evidenciando o papel da composição da frota e das condições meteorológicas na estimativa da capacidade.

Por fim, os resultados reforçam a importância de análises técnicas para embasar o planejamento do setor aeroportuário. A metodologia demonstrou ser eficaz para identificar o potencial operacional de cada aeroporto, servindo como subsídio para decisões sobre expansão de rotas, melhoria da infraestrutura e políticas públicas voltadas à aviação regional. A ausência de saturação em todos os casos analisados aponta para oportunidades concretas de crescimento do sistema aéreo brasileiro a partir de uma melhor distribuição do tráfego existente.

## 6. REFERÊNCIAS

- Cook, A., & Tanner, G. (2015). European airline delay cost reference values. Brussels: University of Westminster.
- Correia, A. R., Fernandes, E., & Ramos, R. D. (2021). Infraestrutura aeroportuária e desempenho operacional: estudo em aeroportos brasileiros. *Revista de Transportes*, 29(2), 45–62.
- De Neufville, R., & Odoni, A. (2013). *Airport systems: planning, design and management* (2 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Eurocontrol. (2015). *Challenges of growth 2013: Task 4 – European air traffic in 2035*. Brussels: Eurocontrol.
- Federal Aviation Administration. (1983). *Advisory Circular AC 150/5060-5: Airport capacity and delay*. Washington, D.C.: FAA.

- Forsyth, P., Guiomard, C., & Niemeier, H. (2020). The economics of airport slots. *Research in Transportation Economics*, 79, 100760. doi:<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.100760>
- Graham, A., & Halpern, N. (2021). *Air transport and regional development*. London: Routledge.
- Odoni, A. R., Wei, W., & Hsu, C.-I. (1997). *Existing and required modeling capabilities for evaluating ATM systems*. Cambridge, MA: Lincoln Laboratory, Massachusetts Institute of Technology.
- Oliveira, T. L., & Oliveira, A. P. L. (2018). Planejamento aeroportuário e desenvolvimento regional: uma análise dos investimentos recentes em infraestrutura. *Revista Transporte e Desenvolvimento*, 4(1), 89–105.