

---

## **ANÁLISE CRÍTICA DAS OCORRÊNCIAS DE RISCO EM PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIO BRASILEIROS**

Renata de Souza Sales, Francisco Heber Lacerda de Oliveira  
Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Transportes

\* **Corresponding author e-mail address:** renatasales@det.ufc.br

---

**PAPER ID: SIT169**

### **RESUMO**

A crescente procura pelo transporte aéreo tem gerado maior investimento em projetos e construções de aeródromos no Brasil. Conforme a aviação evoluiu, a segurança foi melhorada e a procura por viagens aéreas cresceu, pois o meio também se tornou mais acessível. No entanto, com maior número de operações, a probabilidade de ocorrência de acidentes e incidentes sofre interferência. Para que a segurança seja mantida, é necessário que haja, além de atendimento às normas e regulamentos, acompanhamento dos eventos de risco, com informações detalhadas sobre suas ocorrências e causas. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar criticamente três tipos de ocorrências de risco disponibilizadas pelo Painel SIPAER do Centro de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Essa análise teve como principal objetivo avaliar a possibilidade de utilização dessas ocorrências como indicador de segurança operacional de pistas de pouso e decolagem. Os eventos analisados foram excursões em pista, perda de controle em solo e estouro de pneu, ocorridos entre 2012 e 2022. Por meio das análises, foi possível identificar o tipo de aeródromo em que os eventos mais ocorrem, além dos estados (UF) com maiores ocorrências e a forma como a gravidade desses eventos é distribuída. Percebeu-se uma concentração de ocorrências no estado de São Paulo. Os resultados indicaram que os eventos de excursão em pista e perda de controle em solo foram o que geraram maior número de acidentes e incidentes graves. Embora a gravidade dos eventos de estouro de pneu seja pequena, esse tipo de ocorrência apresentou número significativamente maior que as outras. Por fim, pode-se concluir que a utilização de dados de ocorrências de acidentes como indicador de segurança operacional é limitada, visto que os números são pequenos e impossibilitam análises estatísticas e computacionais mais robustas.

**Keywords:** Aeroportos, Acidentes, Indicador de Segurança.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) com os recursos financeiros para o desenvolvimento desta pesquisa.

## 1. INTRODUÇÃO

Embora o transporte aéreo seja um meio seguro de locomoção, isso não foi sempre uma realidade. Por esse motivo, as empresas aéreas, as autoridades de aviação civil e os operadores de aeródromos trabalham constantemente para manter esse ambiente e suas operações seguros. Uma maneira de analisar a segurança do transporte aéreo é por meio do número de ocorrências de acidentes e incidentes em um aeródromo. No entanto, segundo Cardoso et al. (2008) pelo fato de acidentes serem eventos raros, suas ocorrências, isoladamente, não podem ser utilizadas como indicador de segurança de um aeródromo, pois estatisticamente não há confiança nesse tipo de análise.

Considerando as definições apresentadas por ANAC (2022a), os acidentes aeronáuticos são ocorrências relacionadas com a operação de uma aeronave em que há consequências do tipo lesões graves ou morte, danos a aeronave ou desaparecimento do avião. Por sua vez, ANAC (2022b) descreve o incidente grave se como o evento que ocorre nas mesmas circunstâncias que um acidente, mas que não tem as mesmas consequências, e ANAC (2022c) caracteriza o incidente como todo evento que possa afetar a segurança de uma aeronave, mas que não chega a ter a dimensão de um acidente.

Tendo isso em vista, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a segurança da aviação brasileira por meio da análise descritiva dos eventos de acidentes, incidentes graves e incidentes ocorridos em aeródromos nos últimos 10 anos. Foram utilizados dados de três tipos de ocorrências: perda de controle em solo, excursão de pista e estouro de pneu.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Wilke *et al.* (2014) desenvolveram uma metodologia para analisar a qualidade de dados decorrentes da agregação de bancos de dados multi-organizacionais. Os autores observaram falhas constantes na segurança de dados decorrentes desse tipo de associação. Por meio do estudo, percebeu-se que a falta de sistemas de relatórios comuns era um obstáculo dentro da indústria e que, devido a isso, dados

incomparáveis poderiam ser agregados, gerando incoerências nas bases de dados. Dessa forma, os autores sugeriram mudanças bruscas na coleta de informações importantes para a análise da segurança aeronáutica, de modo a criar padrões para os bancos de dados das diferentes fontes de informação.

No que diz respeito à segurança das operações de pouso e decolagem, as excursões em pistas constituem uma parcela significativa das ocorrências de risco da aviação em todas as classes de aeronaves. Esse tipo de evento tem diversos fatores contribuintes, que podem ser individuais ou combinados. Dessa forma, Distefano e Leonardi (2019) analisaram os fatores que podem contribuir para a ocorrências desses eventos, buscando correspondência entre eles. Os autores concluíram que excursões com perda total da aeronave são ocasionadas por condições climáticas e más condições do pavimento aeroportuário.

Para Wagner e Barker (2014), há cinco tipos de excursões em pista:

- Pouso realizado depois do fim da pista de pouso e decolagem;
- Saída pelo fim da pista durante a decolagem;
- Pouso realizado antes do início da pista de pouso e decolagem;
- Saída pela lateral da pista durante o pouso;
- Saída pela lateral da pista durante a decolagem.

Segundo Ayres Jr. *et al.* (2013), os tipos de excursões mais comuns são as de pouso com saída ao fim da pista de pouso e decolagem (35%) e pouso com saída lateral da pista (40%). Além disso, a maioria das ocorrências são identificadas como incidentes. Os autores ressaltaram que o tamanho da aeronave envolvida no evento e a presença de obstáculos podem ser agravantes para a ocorrência.

Os pneus de uma aeronave também compõem um fator que requer atenção, pois são de grande importância para o seu funcionamento e também podem provocar eventos de risco, como as explosões. Para evitar esse tipo de ocorrência é importante manter a pressão dos pneus adequada, além de manter a pista de pouso e decolagem em

condições adequadas de manutenção do pavimento. Segundo a FAA (2000, 2006) e a EASA (2013), os detritos provindos do estouro de um pneu podem causar danos à asa, cauda e ao trem de pouso da aeronave, o que pode resultar em ocorrências de risco à segurança.

Tendo isso em vista, Yao *et al.* (2018) desenvolveram um experimento sobre as respostas dinâmicas da proteção na cabine do trem de pouso principal sob a pressão de explosão dos pneus. Os autores verificaram que esse equipamento de proteção é efetivo na proteção das linhas hidráulicas e equipamentos contra danos causados pela por explosões de pneu.

No que diz respeito a perda de controle em solo, de acordo com a ANAC (2020), essa é uma ocorrência em que o piloto perde o controle da aeronave devido à falta de condições ou por ineficiência dos comandos. Esse evento pode ser resultado de condições inadequadas da pista, como defeitos, acúmulo de água ou de outro contaminante.

Sales *et al.* (2021) avaliaram a influência da remoção de borracha de uma pista de pouso e decolagem sobre as condições de aderência pneu-pavimento. Os autores concluíram que o procedimento era eficiente em manter os parâmetros de aderência (macrot textura e coeficiente de atrito) acima dos valores regulamentados pela autoridade da aviação brasileira, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

Além disso, Sales e Oliveira (2021) analisaram a aderência pneu-pavimento como indicador de segurança em pistas de pouso e decolagem. Os autores constataram a necessidade de ações quanto à manutenção dos pavimentos aeroportuários que seriam de importância na melhoria da aderência pneu-pavimento, e, portanto, no aumento da segurança das operações de pouso e decolagem.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

Os dados das ocorrências de risco analisados neste capítulo foram obtidos por meio do Painel SIPAER do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). As informações são referentes aos últimos 10 anos, período

disponibilizado pela plataforma, portanto, dizem respeito ao período de janeiro de 2012 a janeiro de 2022.

Foram coletadas as informações referentes a três tipos de ocorrências: excursões de pista, perda de controle em solo e estouro de pneu. A escolha por esses eventos justifica-se por serem aqueles que estão mais relacionados à condição de conservação dos pavimentos aeroportuários, em especial, as pistas de pouso e decolagem. Os arquivos obtidos por meio de download da plataforma foram planilhas de Excel. O download não incluiu as informações sobre os aeródromos onde ocorreram os eventos, informação que teve que ser inserida manualmente por digitação, por meio de consulta à própria plataforma, fator que limita o estudo pois pode levar a erros de consulta ou mesmo de digitação, o que restringe a confiabilidade e a análise de dados.

As análises foram realizadas por meio do software Microsoft Excel 2019, por ser de fácil acesso e conter as ferramentas necessárias para atingir o objetivo deste trabalho. Utilizou-se de tabelas e gráficos dinâmicos para melhor compreender os dados coletados. As informações avaliadas foram: aeródromo onde ocorreu o evento de risco, estado brasileiro (UF) da ocorrência, classificação (acidente, incidente e incidente grave).

## 4. RESULTADOS

A seguir, são descritos e discutidos os resultados obtidos por meio das análises realizadas neste trabalho. Eles foram divididos por tipo de avaliação realizada, para permitir uma melhor comparação entre os tipos de ocorrência.

### 4.1. Aeródromo

No total, foram contabilizadas 387 ocorrências de perda de controle em solo no período analisado. Destas, 284 ocorreram em 146 aeródromos diferentes, o que resulta em média 2 acidentes por aeródromo em um período de 10 anos. Dentre todos os eventos, 103 não tiveram os aeródromos de ocorrência informados, pois são aeródromos de aviação executiva, em que a identificação não é



A Figura 3 contém os aeródromos com maior número de ocorrências de estouro de pneus. Por meio dela, é possível observar que ainda com a menor parcela de ocorrências não identificadas, esse tipo ainda é o com a maior contagem para esse evento. O Aeroporto

Campo de Marte (SBMT), é, novamente, destacado com maior contagem de ocorrências (38), desta vez seguido pelo Aeroporto de Belo Horizonte/Pampulha - Carlos Drummond de Andrade (SBBH), em Minas Gerais, com 26 ocorrências.

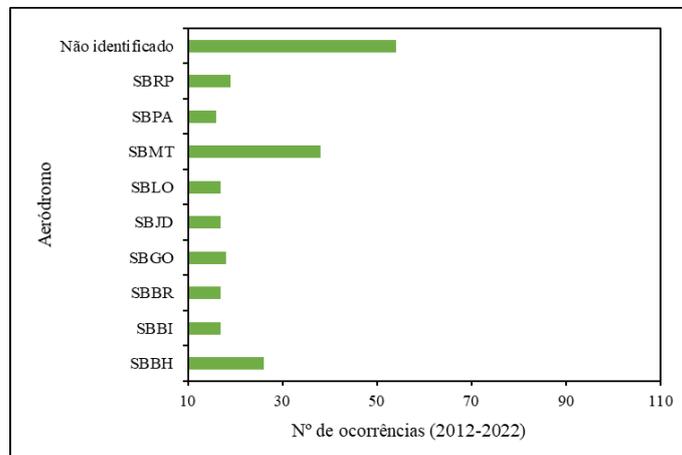


Figura 3 Número de ocorrências de estouro de pneu por aeródromo

A Figura 4 apresenta um resumo dos 10 aeródromos com maior número de ocorrências no total. Os cinco aeródromos com maior número são, em ordem crescente: Aeroporto Campo de Marte (SBMT), Aeroporto Estadual Comandante Rolim Adolfo Amaro (SBJD), Aeroporto de Belo Horizonte/Pampulha -

Carlos Drummond de Andrade (SBBH), Aeroporto de Goiânia (SBGO) e Aeroporto do Bacacheri (SBBI). Os dois primeiros são localizados no estado de São Paulo, enquanto o SBBH fica em Minas Gerais, SBGO em Goiás e SBBI no Paraná.

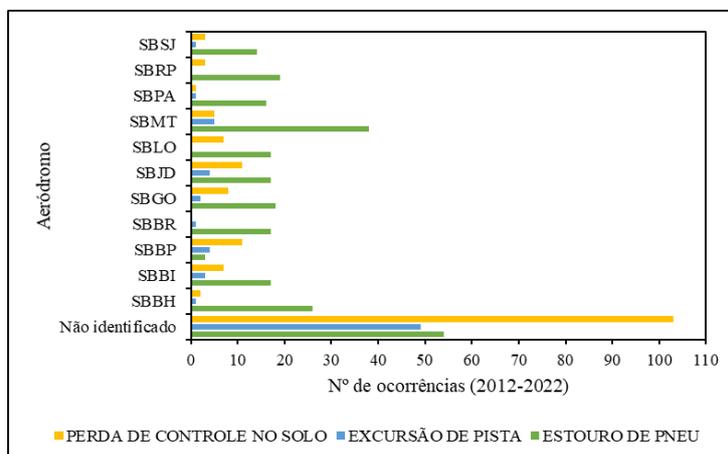
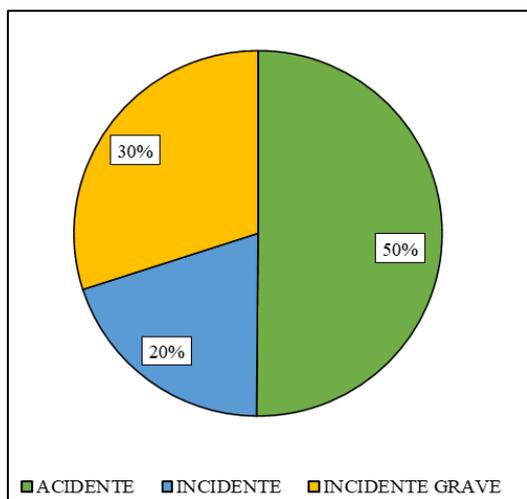


Figura 4 Resumo das ocorrências por aeródromo

#### 4.2. Classificação das ocorrências

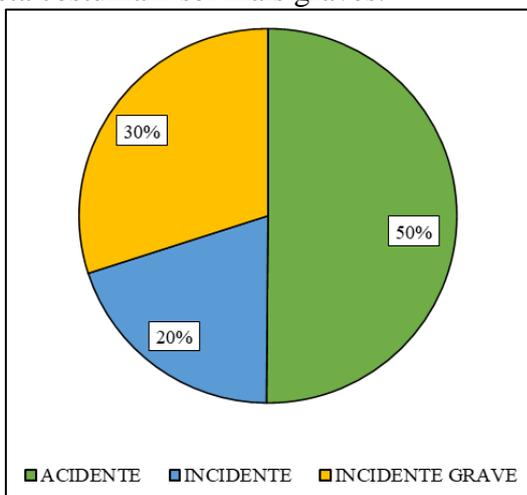
A Figura 5 apresenta a classificação das ocorrências de perda de controle em solo. Pode-se observar que, para esse tipo de evento, cerca de metade foram declarados como acidentes, ou seja, tiveram maior gravidade. Além disso, uma parcela de 30% foi notificada

como incidente grave. A alta proporção de gravidade indica que a perda de controle em solo é um evento que deve se ter mais atenção, por parte da autoridade de aviação civil e operadores de aeródromos, visto que apenas 20% foram identificados como de menor gravidade.



**Figura 5 Classificação das ocorrências de perda de controle em solo**

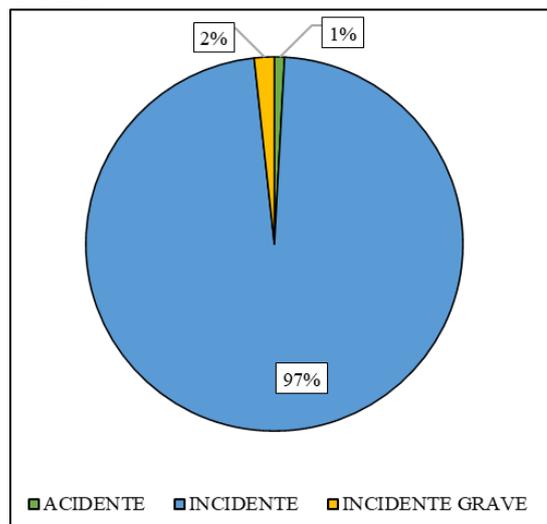
A Figura 6 apresenta a classificação das ocorrências de excursão de pista. Por meio dela, é possível notar que, novamente, houve metade dos registros classificados como acidente (51%), porém, um número maior classificado como incidente grave. Desta vez, cerca de 10% das ocorrências foram classificadas apenas como incidente. Isso demonstra que as ocorrências de excursão em pista costumam ser mais graves.



**Figura 6 Classificação das ocorrências de excursão de pista entre 2012 e 2022**

Apresenta-se, por meio da Figura 7, a classificação das ocorrências de estouro de

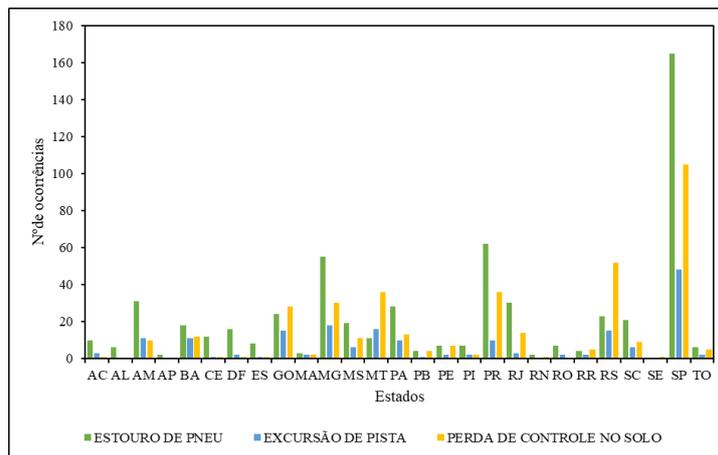
pneu. Pode-se verificar uma menor gravidade para esse tipo de ocorrência, visto que 97% foi denominada como incidente e 1% como acidente.



**Figura 7 Classificação das ocorrências de estouro de pneu entre 2012 e 2022**

### 4.3. Estado (UF)

A Figura 8 apresenta um resumo das ocorrências por estado brasileiro (UF) onde os eventos ocorrerem. Por meio dela, pode-se observar que São Paulo concentra grande parte das ocorrências (27% para perda de controle em solo, 25% para excursão e 28% para estouro de pneu), o que pode ser devido à concentração de aeródromos existente no estado. Isso pois em São Paulo, encontram-se dois dos aeroportos mais movimentados do Brasil: o Aeroporto de Guarulhos com 159.652 operações em 2020 e o Aeroporto de Congonhas com 104.022 (DECEA 2020). Além disso, pode-se perceber que alguns estados contabilizaram poucas ocorrências, bem como apresentaram eventos de apenas um tipo, o que também pode-se atribuir ao fato de terem menor número de aeródromos.



**Figura 8:** Nº de ocorrências de perda de controle em solo por UF

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo analisar fatores relacionados ao pavimento aeroportuário que podem influenciar a segurança das operações de pouso e decolagem, além da usabilidade das ocorrências como indicador de segurança. Constatou-se que os eventos de excursão em pista e perda de controle em solo foram o que geraram maior número de acidentes e incidentes graves. Ademais, embora a gravidade dos eventos de estouro de pneu seja pequena, esse tipo de ocorrência apresentou número significativamente maior que as outras.

Além disso, constatou-se que o estado com maior número de acidentes e incidentes é o de São Paulo. Pode-se concluir que esse fato é devido a região do estado concentrar movimentação financeira, o que gera maior demanda por voos.

Pode-se concluir que as ocorrências analisadas se concentram em aeroportos de menor porte, em sua maioria de aviação geral. Isso demonstra que existe um maior controle sobre a segurança nas operações em aeródromos mais movimentados. De acordo com a lógica da estatística, existe maior possibilidade de ocorrência de acidentes com um número maior de operações. O fato de aeroportos de pequena movimentação se destacarem em número de ocorrências de risco indica falhas na segurança das operações desses aeródromos, que necessitam receber maior atenção acerca dessas questões.

A análise abordada foi consideravelmente dificultada devido a ausência de informações acerca de aeródromos de aviação executiva. Isso pois, em média 20,6% dos eventos não tiveram identificação do aeródromo de ocorrência.

Dessa forma, destaca-se que para melhor análise das questões de segurança em aeródromos brasileiros, é indispensável que sejam disponibilizados dados mais detalhados. Devido a pouca quantidade e a limitação das informações coletadas acerca das ocorrências de risco, pode-se concluir que não é possível o desenvolvimento de um indicador de segurança por meio do uso dos dados divulgados pela plataforma do SIPAER. É preciso que haja um acompanhamento mais rígido das ocorrências de risco, para que as falhas sejam identificadas, e, dessa forma, suas causas sejam investigadas e neutralizadas, garantindo maior segurança operacional para a infraestrutura aeroportuária brasileira.

## Referências

- ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). (2020). Cartilha de Gerenciamento da Segurança para Pequenos Operadores de Aeródromos. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/biblioteca-safety/CartilhaGerenciamento.pdf>. Acesso em 24 de abril de 2022.
- ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). (2022a). Acidente Aeronáutico - ANACPÉDIA. Disponível em: [https://www2.anac.gov.br/anacpedia/po\\_r\\_esp/tr53.htm](https://www2.anac.gov.br/anacpedia/po_r_esp/tr53.htm). Acesso em: 17 abr. 2022.

- ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). (2022b). Incidente Aeronáutico - ANACPÉDIA. Disponível em: [https://www2.anac.gov.br/anacpedia/po\\_r\\_esp/tr287.htm](https://www2.anac.gov.br/anacpedia/po_r_esp/tr287.htm). Acesso em: 17 abr. 2022.
- ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). (2022c). Incidente Aeronáutico Grave - ANACPÉDIA. Disponível em: [https://www2.anac.gov.br/anacpedia/po\\_r\\_esp/tr2589.htm](https://www2.anac.gov.br/anacpedia/po_r_esp/tr2589.htm). Acesso em: 17 abr. 2022.
- Ayres Jr, M., Shirazi, H., Carvalho, R., Hall, J., Speir, R., Arambula, E., David, R., Gadzinski, J., Caves, R., Wong, D. & Pitfield, D. (2013). Modelling the location and consequences of aircraft accidents. *Safety Science*, 51(1), 178-186.
- Cardoso, S. H., Maurino, D., & Fernandez, J. (2008). Methodology to estimate individual and overall performance indicators for airport safety management systems Transportation Research Board (No. 08-0197).
- Distefano, N., & Leonardi, S. (2019). Aircraft runway excursion features: a multiple correspondence analysis. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*.
- EASA (European Aviation Safety Agency). (2013). Amending decision on certification specifications for large aeroplanes. CS-25, Cologne, Germany.
- FAA (Federal Aviation Administration). (2000). Airworthiness standards, transport category aeroplane. 14 CFR, Part 25, Washington, DC.
- FAA (Federal Aviation Administration). (2006). Aircraft tires. TSO-C62, Washington, DC
- Sales, R. D. S. & Oliveira, F. H. L. D. (2021). Análise da Aderência Pneu-Pavimento como Indicador de Segurança Operacional em Pistas de Pouso e Decolagem. Anais do 46ª Reunião Anual de Pavimentação, Brasília, DF.
- Sales, R. D. S., Oliveira, F. H. L. D., & Prado, L. D. A. (2021). Performance of tire-asphalt pavement adherence according to rubber removal on runways. *International Journal of Pavement Engineering*, 1-11.
- Wagner, D. C., & Barker, K. (2014). Statistical methods for modeling the risk of runway excursions. *Journal of Risk Research*, 17(7), 885-901.
- Wilke, S., Majumdar, A., & Ochieng, W. Y. (2014). A framework for assessing the quality of aviation safety databases. *Safety Science*, 63, 133-145.
- Yao, S., Yue, Z., Zhang, J., Geng, X., Wang, P., & Yang, H. (2018). Safety assessment of protection cover under the blast pressure of aircraft tire blowout. *Journal of Aerospace Engineering*, 31(2), 04017103.