



IMPLANTAÇÃO DO EMAS NO AEROPORTO DE CONGONHAS: UMA ABORDAGEM DE RISCO AERONÁUTICO

INTRODUÇÃO

De acordo com a historiadora Claudia Musa Fay, a população de São Paulo triplicou entre 1890, com 64.934 habitantes, e 1930, com 1.060.120 habitantes (Fay, 2007). Isso levou a estudos para a construção do Aeroporto Internacional de Congonhas em 1936. Entre 1975 e 1985, o aeroporto teve restrições operacionais devido a reclamações da população, levando a pausas no funcionamento noturno. Voos internacionais foram transferidos para o Aeroporto de Guarulhos para reduzir problemas de segurança operacional. Em 1990, o Ministério da Aeronáutica autorizou a reativação de voos internacionais (INFRAERO, 2017). Desde 2008, Congonhas não opera voos internacionais e é o segundo aeroporto mais movimentado do país, com cerca de 63.745 passageiros por dia. Congonhas perdeu o posto de aeroporto mais movimentado após um grave acidente em 2007, quando uma aeronave da TAM ultrapassou os limites da pista e causou uma explosão fatal (Rodrigues, 2008).

Após grande ocorrência de acidentes e incidentes envolvendo excursões em pistas, a Federal Aviation Administration (FAA) estudou e desenvolveu a tecnologia Engineered Material Arresting System (EMAS), o qual foi desenvolvido para aumentar a segurança dos aeroportos e evitar acidentes graves como o ocorrido no Aeroporto de Congonhas. Este sistema é projetado e composto por um material frágil, de modo que este é instalado na Runway End Safety Area (RESA) para desacelerar aeronaves que ultrapassem o final da pista de pouso e decolagem (PPD) (Federal Aviation Administration, 2017).

OBJETIVOS

Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar a eficácia da implantação do EMAS no Aeroporto de Congonhas.

Os objetivos específicos são:

- Analisar o risco de acidentes no Aeroporto de Congonhas antes da implantação do EMAS;
- Verificar os benefícios da implantação do EMAS no Aeroporto de Congonhas utilizando o banco de dados de tráfego anterior à pandemia do COVID19, quando iniciou a construção;
- Verificar os benefícios da implantação do EMAS no Aeroporto de Congonhas utilizando um banco de dados com tráfego atualizado após a pandemia do COVID19;
- Verificar a análise de viabilidade econômica do aeroporto sem a construção do EMAS e com a construção do EMAS.

JUSTIFICATIVA

O EMAS foi desenvolvido para aprimorar a segurança operacional de aeroportos segundo a FAA. Foi implantado no Aeroporto de Congonhas impulsionado pelo acidente envolvendo o voo JJ 3054 em 2007, o qual houve 199 vítimas fatais. O aeroporto por sua localização estratégica, com restrições geográficas e devido à proximidade com áreas urbanas e elevada demanda de tráfego necessita que soluções envolvendo a segurança operacional sejam desenvolvidas. Portanto, este trabalho se justifica pela necessidade de estudos relacionados à segurança operacional de aeroportos, com foco no aeroporto de Congonhas com a implantação do sistema EMAS na pista.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O CENIPA (2002) define acidentes, incidentes e incidentes graves durante operações de pouso e decolagem de aeronaves. Acidente é um evento que resulta em lesão grave, fatalidade ou danos estruturais na aeronave. Incidentes são ocorrências que afetam a segurança da operação, enquanto incidentes graves apresentam alto risco de acidente relacionado à operação da aeronave (CENIPA, 2021).

Os 5 principais tipos de acidentes e incidentes aeronáuticos de acordo com o relatório ACRP 50 (2011) são:

- Landing Overrun (LDOR): aeronave ultrapassa o final da pista de pouso e decolagem, na etapa de aterrissagem.
- Takeoff Overrun (TOOR): aeronave ultrapassa o final da pista de pouso e decolagem, na etapa de decolagem.
- Landing Undershoot (LDUS): aeronave toca o solo antes da cabeceira da pista de pouso e decolagem, na etapa de aterrissagem.
- Landing Veer-off (LDVO): saída da aeronave pela lateral da pista de pouso e decolagem, na etapa de aterrissagem.
- Takeoff Ver-off (TOVO): saída da aeronave pela lateral da pista de pouso e decolagem, na etapa de decolagem.

A Organização Flight Safe Foundation (FSF) iniciou no ano de 2006, um projeto chamado Runway Safety Initiative (RSI) e classifica os principais causadores de acidentes aéreos em três categorias: Runway Incursions (incursão de pista), Runway Excursion (excursão de pista) e Runway Confusion (confusão de pista) (FSF, 2009).

O CENIPA disponibiliza uma base de dados de todas as ocorrências aeronáuticas da aviação brasileira nos últimos 10 anos (2013 a 2023), na qual é possível verificar a quantidade de acidentes, incidentes e incidentes graves devido a excursões de pista (CENIPA, 2023).

Tabela 1: Quantidade de ocorrências realizadas nos últimos 10 anos.

Ocorrência	Quantidade
Acidentes	137
Incidentes	33
Incidentes graves	118
Soma	288

Fonte: Autores, adaptado de CENIPA, 2023.

Por meio do banco de dados disponibilizados pela CENIPA (2023), foi possível perceber que mais de 60% das ocorrências (acidentes, incidentes e incidentes graves) aconteceram na etapa de aterrissagem.

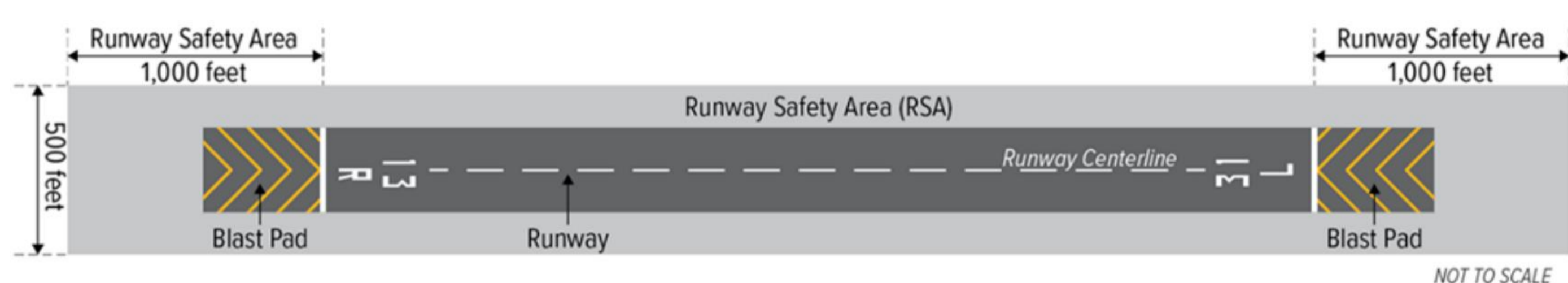


ENGINEERED MATERIAL ARRESTING SYSTEM

Existe uma possibilidade significativa de a aeronave exceder a pista durante uma tentativa frustrada de decolagem ou aterrissagem, o que poderia resultar em danos às estruturas da aeronave e perda de vidas (Yang, 2017). Estudos são realizados para que a inserção de medidas mitigatórias seja sempre atualizada para os casos em que uma aeronave acaba por ultrapassar o final da pista (HALL, 2008; YU YAO, 2016; HSING HO, 2009). Com isso, o intuito é que essas medidas sejam capazes de tentar conter a aeronave antes que os possíveis incidentes se transformem em acidente ou incidentes graves. Dada essas circunstâncias, além da Runway Safety Areas (RSA) o EMAS é recomendado pela FAA para fornecer uma zona de amortecimento auxiliar para as aeronaves em caso de overrun.

Segundo a FAA (FAA, 1989), as RSA são áreas sem obstruções que ficam ao redor de toda a pista de pouso/decolagem e servem como segurança em caso de a aeronave sofrer uma excursão de pista, tanto excursão devido ao Undershoot como também as excursões devido ao Overrun. A FAA define os limites mínimos para RSA, e o padrão definido por ela são as RSA com dimensões que se estendem de 240 pés (73,152 m) a 1000 pés (304,80 m) além das extremidades das pistas e possuem entre 120 pés (36,576 m) e 500 pés (152,40 m) de largura, conforme a Figura 1.

Figura 1: Principal pista do aeroporto de Hillsboro (Oregon, EUA)



Fonte: Port of Portland - Final EA, 2021.

Em alguns aeroportos, a falta de espaço físico impede a instalação de Runway Safety Areas (RSA) conforme as diretrizes da FAA. Nesses casos, a FAA desenvolveu estudos sobre o Engineered Materials Arresting System (EMAS) como alternativa, pois promete proporcionar segurança sem exigir tanto espaço como a RSA (HALL, 2008; AYRES JR., 2011). Esse sistema utiliza um material de concreto leve e frágil, colocado além do final da pista para desacelerar um avião, fazendo com que o mesmo não ultrapasse a área de segurança. O EMAS com um material frágil é atualmente a única alternativa aprovada pela FAA para a RSA, ilustrado na Figura 2. No entanto, a FAA e o ACRP (Airports Cooperative Research Program) estão trabalhando com grupos da indústria de aviação para melhorar a segurança das pistas no futuro (Mackley, 2010).

Figura 2: Exemplo do EMAS em uso.

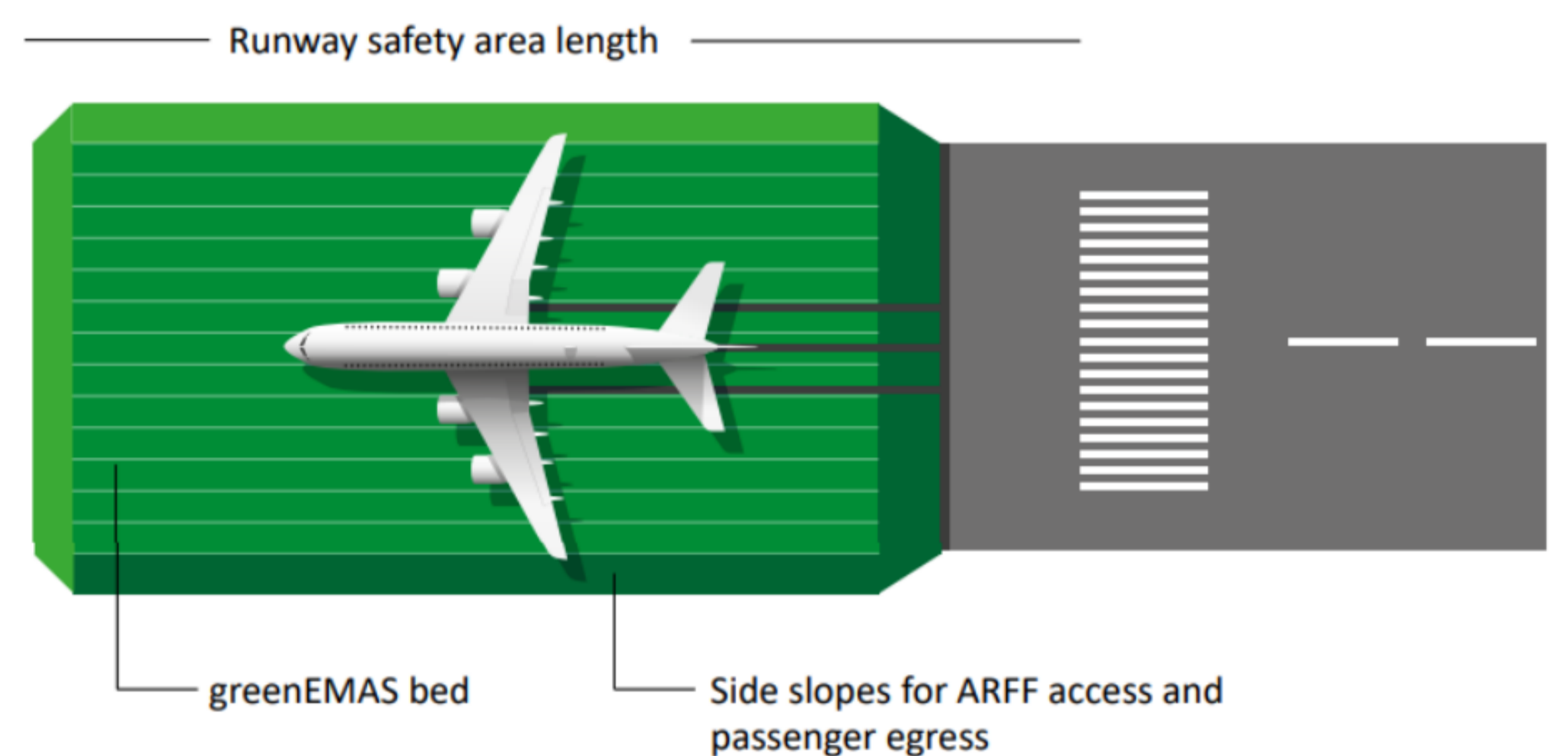


Fonte: Bob Hope Airport, 2017.

Relativo ao greenEmas®, por ser uma concepção nova que surgiu com a ideia de atender também a sustentabilidade, apenas 4 pistas em 1 aeroporto, nos Estados Unidos, foi realizada a implantação desse material, o aeroporto Chicago Midway (MDW). O greenEMAS® da Runway Safe consiste em uma cama de sílica expandida produzida a partir de vidro reciclado.

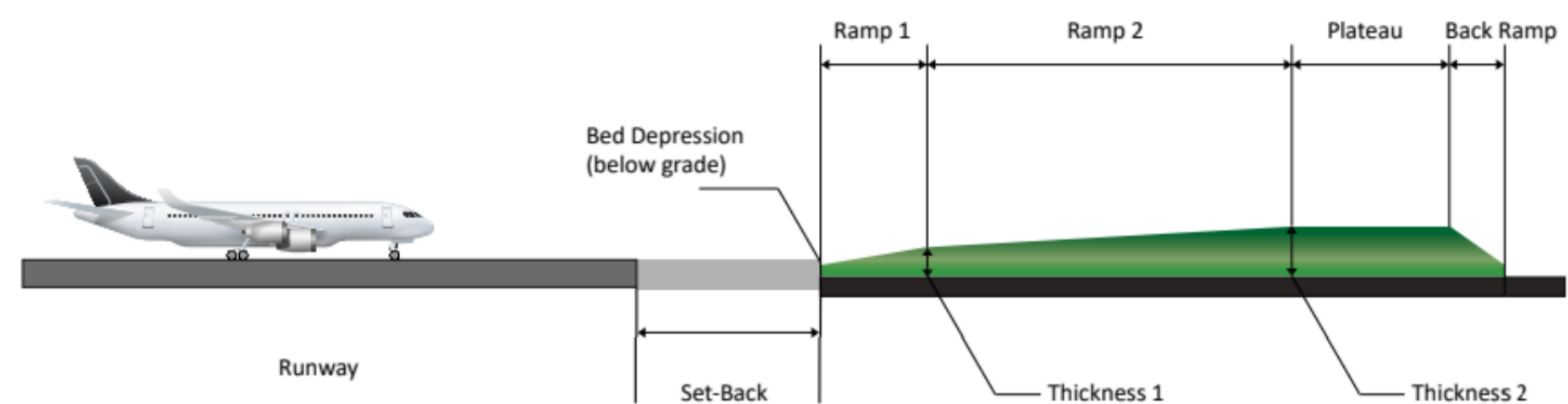
Essa cama é contida por um sistema de malha de plástico de alta resistência, que é ancorado na pavimentação da pista de pouso, conforme Figura 3. A sílica expandida é despejada em faixas delimitadas pela malha e, em seguida, coberta com uma camada de cimento derramado e tratada com um selante superior (FAA, 2022). O sistema greenEMAS é implantado no final de cada lado da pista, geralmente com uma ou duas rampas, seguidos por um platô, conforme Figura 4. De ambos os lados são construídas rampas laterais para permitir uma saída fácil para os passageiros e para o fácil acesso dos veículos de Aircraft Rescue and Firefighting (ARFF), permitindo com que se dirijam até a aeronave (Runway Safe, 2021).

Figura 3: Representação gráfica do greenEMAS 1.



Fonte: Runway Safe, 2021.

Figura 4: Representação gráfica do greenEMAS 2.



Fonte: Runway Safe, 2021.

SOFTWARE RSARA 2

O relatório ACRP Report 50 (2011) da TRB dos Estados Unidos propõe um modelo de software para facilitar os cálculos e análises de riscos em aeródromos, compilando os modelos propostos no ACRP Report 03 e incluindo aprimoramentos. Isso permite que as autoridades aeroportuárias realizem estudos de casos de forma mais simples e precisa. A nova ferramenta também possibilita realizar análises de risco associadas ao modelo de localização com o uso do sistema EMAS, permitindo simular o impacto da implantação do EMAS no risco de um aeródromo em relação a overruns e undershoots. O software RSARA foi desenvolvido a partir de uma abordagem integrada que combina a avaliação de risco probabilística com a análise de segurança funcional, levando em consideração tanto os aspectos técnicos como humanos. Possui objetivo de fornecer uma ferramenta eficiente, a fim de facilitar os cálculos e análise de risco em aeródromos, aprimorando medidas de mitigação apropriadas e a segurança dos aeródromos. A seguir estão os itens que são necessários para fazermos a simulação no software.

Com os dados fornecidos pela Runway Solutions Brasil, foi possível verificar o tráfego anual entre os anos de 2017 e 2018, na qual a movimentação em 2017 foi de 205.851 operações e a de 2018 foi de 209.737. A distribuição da frequência de utilização de cada cabeceira da pista pode ser observada na Figura 5.

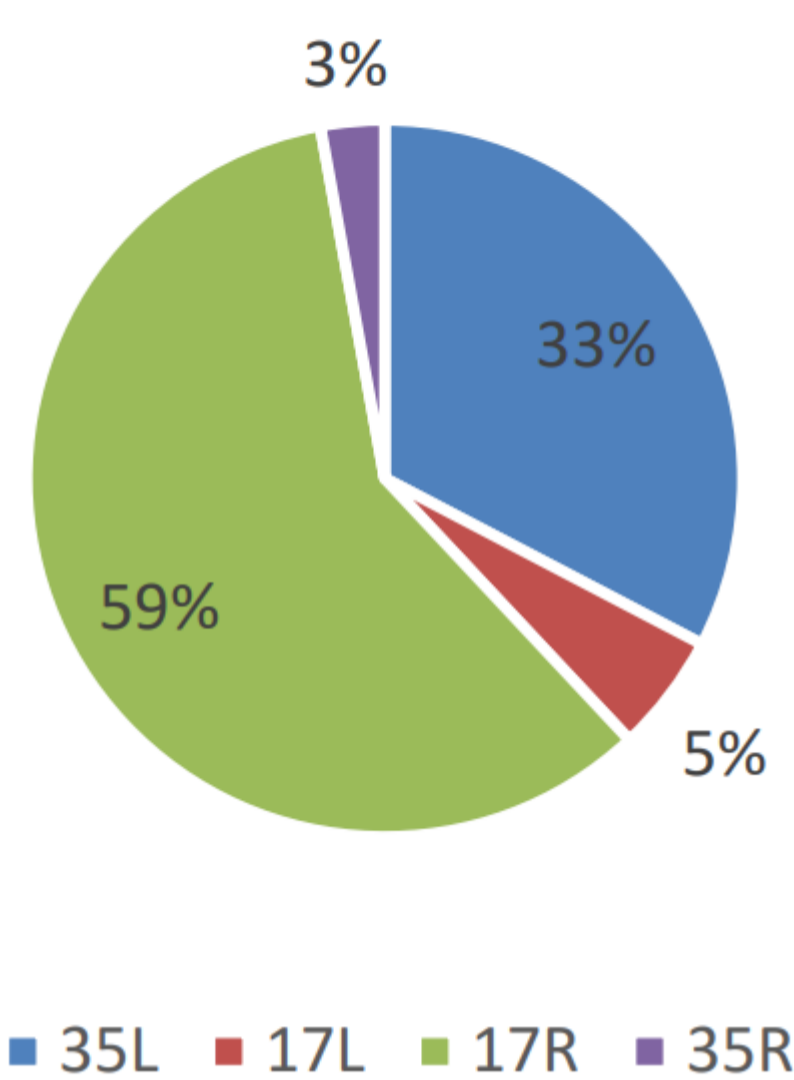
Alunos: Adenis R. Sousa, Bianca T. Oshiro, Leonardo G. Rodrigues, Luiz Eduardo P. Souza, Matheus B. Sanches, Pedro G. Carletti

Orientador: Felipe Hernandes Cava – cava@fei.edu.br



Figura 5: Porcentagem de uso das cabeceiras das pistas.

CABECEIRA UTILIZADA



Fonte: Autores, 2023

Referente aos dados históricos de operações do período pós-pandemia (2022 e 2023), foi disponibilizado uma planilha da Infraero conforme supracitado, na qual precisou ser filtrada e formatada para os padrões requisitados no software.

Após a formatação da base de dados foi constatado um total de 202.780 operações no total, considerando o período de janeiro de 2022 até maio de 2023.

Outros fatores determinantes que devem ser levados em consideração para a análise do risco são as condições meteorológicas como tempestades, chuvas, chuvas de granizo e neve.

Dessa forma, através dos dados fornecidos pela Runway Solutions Brasil, é possível analisar a visibilidade e a frequência das velocidades do vento no aeroporto de Congonhas e utilizá-los como dados de entrada para alimentar o Software.

Para cada cabeceira o software solicita um desenho de RESA, tanto para as situações relacionadas ao Overrun, quanto para as situações relacionadas ao Undershoot. Dessa forma, foi utilizado o Google Earth para delimitação da área de estudo da RESA que será utilizada no software.

Figura 6: RESA sem EMAS (1) e RESA com EMAS (2)



Fonte: Autores, 2023

O desenho da geometria da RESA foi feito através da inserção dos códigos caracterizados pelo software, através dos códigos, foram tomadas as decisões de como seria representada a área de segurança do aeroporto, onde o setor verde representa a grama, o cinza representa a pista pavimentada e vermelha representa a depressão “cliff”, devido ao fato de ter uma inclinação entre o fim da pista e o fim da área do aeroporto de aproximadamente 35 metros.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Um estudo de viabilidade econômica envolve a análise detalhada de diversos aspectos financeiros e econômicos para determinar se um projeto, como a implementação do EMAS no Aeroporto de Congonhas, é economicamente sustentável e justificável. Portanto, para definir se do ponto de vista econômico é justificável a implantação do EMAS fizemos algumas análises, as quais resultaram nos valores a seguir:

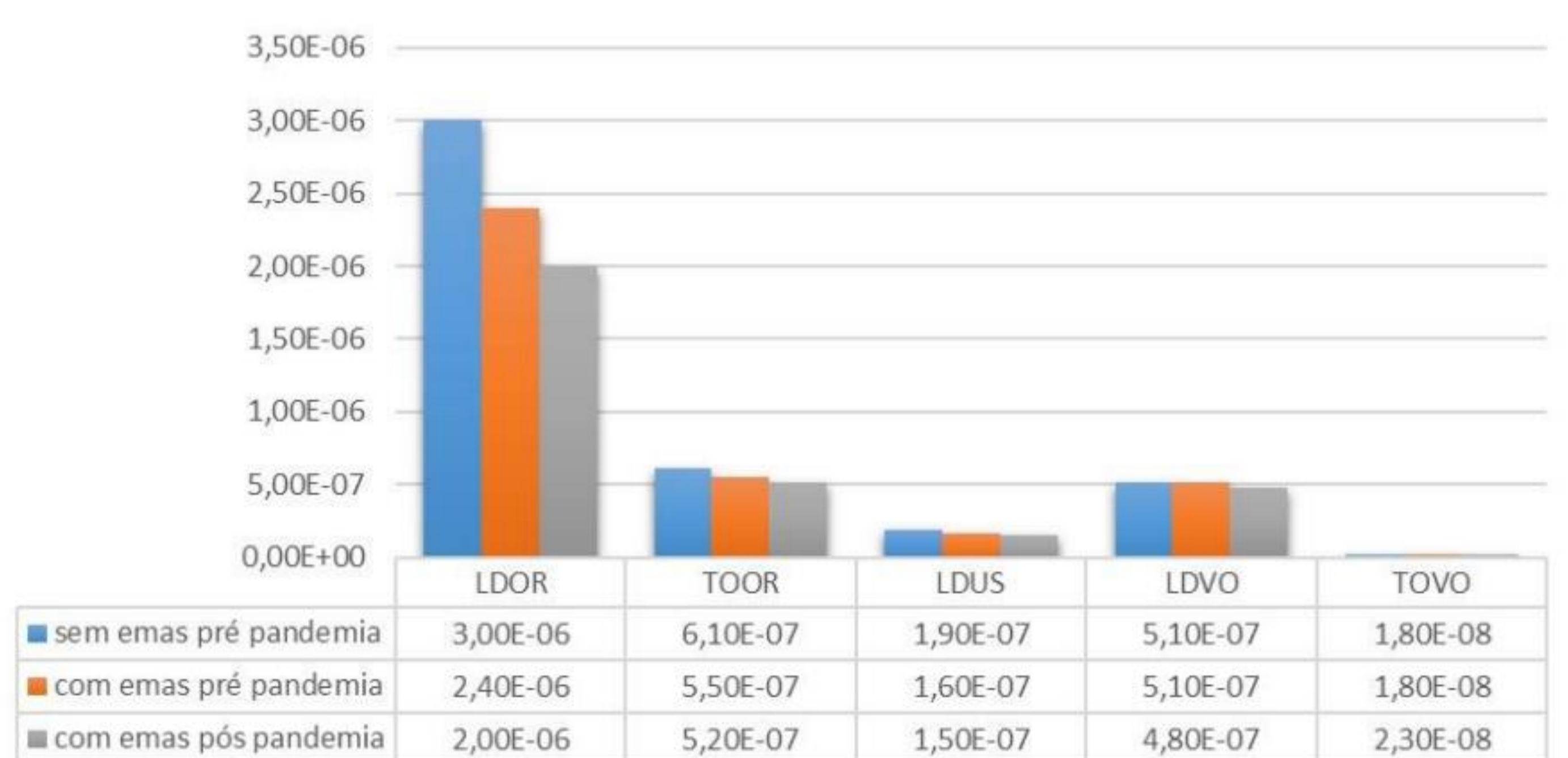
Tabela 2: Análise de Viabilidade Econômica

Danos físicos a aeronave (%)	Custo sem EMAS (R\$)	Custo com EMAS (R\$)	Cenário
35%	R\$ 181.814.468,85	R\$ 197.781.411,59	Não Viável
40%	R\$ 207.787.964,39	R\$ 207.117.347,71	Viável
45%	R\$ 233.761.459,94	R\$ 216.453.283,83	Viável

Fonte: Autores, 2023

Através da análise dos resultados obtidos pelo software, foi possível identificar a probabilidade de ocorrência de diferentes tipos de acidentes nas cabeceiras do Aeroporto, considerando tanto a presença quanto a ausência da influência do EMAS, além de abranger os períodos pré e pós-pandemia.

Gráfico 1: Probabilidade Média de Acidentes.



Fonte: Autores, 2023

Por fim segundo o gráfico acima, é perceptível que a média de risco de eventos considerando as duas cabeceiras (17R e 35L) segue uma distribuição decrescente, o que evidencia a importância do EMAS na diminuição do risco de ocorrência de eventos no Aeroporto.

A implantação do EMAS é um investimento alto para o aeroporto em todos os sentidos, porém em contra partida, foi mostrado através dos resultados dados pelo software RSARA2 a melhora na segurança em relação aos tipos de acidentes LDOR, TOOR e LDUS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fay, C. M. (2007). **A cidade nas fronteiras do moderno: urbanismo, arquitetura e espaço urbano em São Paulo**. Annablume. INFRAERO. (2017).
- [2] CENIPA. (2002). **Regulamentação de segurança de voo**. CENIPA. (2021). Manual de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos.
- [3] ACRP Report 50. (2011). **Airport Cooperative Research Program**. Transport Research Board.