



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas

Departamento de Administração

BRUNO STEENHAGEN

**ESTIMATIVA DO RESULTADO FINANCEIRO DE CONCES-
SÕES AEROPORTUÁRIAS POR MEIO DA SIMULAÇÃO
MONTE CARLO**

Brasília – DF

2025

BRUNO STEENHAGEN

**ESTIMATIVA DO RESULTADO FINANCEIRO DE CONCES-
SÕES AEROPORTUÁRIAS POR MEIO DA SIMULAÇÃO
MONTE CARLO**

Monografia apresentada ao Departamen-
to de Administração como requisito parci-
al à obtenção do título de Bacharel em
Administração.

Professor Orientador: Profa. Dra. Claris-
sa Melo Lima

Brasília – DF

2025

BRUNO STEENHAGEN

ESTIMATIVA DO RESULTADO FINANCEIRO DE CONCESSÕES AEROPORTUÁRIAS POR MEIO DA SIMULAÇÃO MONTE CARLO

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do Curso de Administração da Universidade de Brasília do
(a) aluno (a)

Bruno Steenhagen

Profa. Dra. Clarisa Melo Lima
Professor-Orientador

Prof. Dr. Rafael Rabelo Nunes
Professor-Examinador

Prof. Ronaldo Ferreira da Silva
Professor-Examinador

Brasília, 13 de fevereiro de 2025

RESUMO

O setor de transporte aéreo no Brasil é desafiador para os seus responsáveis. A solução encontrada foi o programa de concessões de aeroportos, iniciado em 2011. Seus objetivos eram o aprimoramento dos serviços prestados ao consumidor final e o desenvolvimento da infraestrutura aeroportuária brasileira. Contudo, as concessionárias privadas também enfrentam adversidades para garantir a viabilidade econômico-financeira do projeto. O objetivo central deste trabalho é estimar o resultado financeiro dos Blocos Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste em 2024. O método utilizado foi a Simulação Monte Carlo, por meio de programação em Python, com distribuição de probabilidade triangular para a receita operacional líquida. Os resultados indicam um setor em fase de recuperação, mas com particularidades que tornam a situação de cada empresa única. O estudo contribui para gestores do meio, que podem utilizá-lo como insumo para a tomada de decisões e para agentes governamentais interessados nas consequências para o projeto de concessões aeroportuárias.

Palavras-chave: Concessões Públicas; Setor de Transporte Aéreo; Simulação Monte Carlo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Função de densidade de probabilidade da distribuição triangular.	17
Figura 2 – Etapas da aplicação do método de Simulação de Monte Carlo.	18
Figura 3 – Histograma de lucro estimado para 2024 do Bloco Centro-Oeste	23
Figura 4 – Histograma de lucro estimado para 2024 do Bloco Nordeste.	23
Figura 5 – Histograma de lucro estimado para 2024 do Bloco Sudeste.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Demonstração do resultado do Bloco Centro-Oeste:	13
Tabela 2 – Demonstração do resultado do Bloco Nordeste:	14
Tabela 3 – Demonstração do resultado do Bloco Sudeste:	14
Tabela 4 – Parâmetros gerais para a ROL dos blocos de aeroportos:	21
Tabela 5 – Parâmetros dos cenários para a ROL do Bloco Centro-Oeste:	21
Tabela 6 – Parâmetros dos cenários para a ROL do Bloco Nordeste:	21
Tabela 7 – Parâmetros dos cenários para a ROL do Bloco Sudeste:	21
Tabela 8 – Probabilidade de lucro e prejuízo para cada bloco:	24
Tabela 9 – Parâmetros dos cenários para a ROL do Bloco Sudeste:	25
Tabela 10 – Aumento da receita-teto de aeroportos a partir de 2025:	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

CAGR – Taxa de crescimento anual composta

DRE – Demonstração de resultado do exercício

ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PPI – Programa de Parceria de Investimentos

PRNG – Gerador de números pseudo-aleatórios

ROIC – Retorno sobre capital investido

ROL – Receita operacional líquida

SMC – Simulação Monte Carlo

TDFCM – Taxa de desconto do fluxo de caixa marginal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. Contextualização.....	7
1.2. Formulação do problema.....	8
1.3. Objetivo.....	9
1.4. Justificativa.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1. Concessões aeroportuárias no Brasil.....	10
2.2. Desempenho financeiro das concessionárias.....	12
2.3. Simulação Monte Carlo.....	15
3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA.....	19
3.1. Formação de cenários.....	17
3.2. Aplicação da simulação Monte Carlo.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	27
REFERÊNCIAS.....	29
APÊNDICES.....	32
Apêndice A – Código utilizado para simulação.....	32
Apêndice B – Continuação do código utilizado para simulação.....	33

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Fundada em 1972 e com início das suas atividades no ano seguinte, a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero) tinha como finalidade “implantar, administrar, operar e explorar industrial e comercialmente a infraestrutura aeroportuária” (Brasil, 1972).

Durante as décadas seguintes, a Infraero assumiu seu papel de gestor dos aeroportos do país, sendo responsável, em 2010, por “cerca de 95% do tráfego de passageiros e 97% do movimento do transporte aéreo regular do Brasil” (Infraero, 2011).

Em 2011, houve a primeira concessão aeroportuária do Brasil, com o Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante. Até o final de 2022, foram realizadas sete rodadas de concessões, totalizando 59 aeroportos concedidos à iniciativa privada. O Brasil caminhava bem atrás dos principais países em matéria de privatizações. A história das privatizações aeroportuárias remonta ao Reino Unido de Margaret Thatcher em 1987. O governo Thatcher acreditava que as privatizações aeroportuárias eram mais eficientes em termos operacionais e financeiros, além de prestarem serviços de qualidade superior (Oum, Adler e Yu, 2006). No rastro do Reino Unido, a Europa Continental privatizou totalmente ou parcialmente seus importantes aeroportos. Esses aeroportos movimentam 75% do total de passageiros embarcados/desembarcados nos aeroportos de todo o continente europeu.

A quinta rodada, realizada em 2019, trouxe uma mudança no formato de concessões, os doze aeroportos foram concedidos na forma de três blocos regionais: Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste, com quatro, seis e dois aeroportos, respectivamente. Esses são os objetos de estudo deste trabalho.

1.2 Formulação do problema

O volume de concessões realizadas indica uma demanda elevada por esses projetos. No entanto, algumas operadoras apresentaram resultados inferiores aos esperados, decidindo até pela devolução de aeroportos. Uma dessas administradoras foi a Inframerica, que gere o Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante. Ao anunciar o pedido de devolução, o presidente da empresa justificou a operação do terminal como financeiramente desafiadora, citando movimento de passageiros abaixo do previsto previamente em estudo de viabilidade e tarifas de embarque e navegação aérea abaixo das praticadas por outros aeroportos como alguns dos motivos para o contrato não ser sustentável (Aeroporto de Natal, 2020).

A conjuntura adversa para o setor de aviação civil também é evidenciada pelas dificuldades enfrentadas pelas companhias aéreas. O segmento tem três empresas que controlam cerca de 99% do mercado e, apesar disso, a Latam esteve em recuperação judicial nos Estados Unidos até 2022 enquanto a Gol vive a mesma situação até o presente momento.

Ross *et al.* (2013) apontam que “Um plano financeiro deverá ter uma previsão de balanço patrimonial, de demonstração de resultados e de demonstração dos fluxos de caixa. Essas previsões são chamadas de demonstrações projetadas. As demonstrações contábeis são a forma utilizada para resumir os diferentes eventos projetados para o futuro. No mínimo, um modelo de planejamento financeiro gerará essas demonstrações com base nas projeções de itens centrais, como as vendas”. Logo, é fundamental a análise dos resultados obtidos e a projeção de períodos futuros para a avaliação de projetos de investimento da empresa.

Entretanto, nenhuma das três gestoras divulga publicamente projeções acerca do desempenho futuro, o que dificulta uma apreciação dos planos da empresa e seu processo decisório. Portanto, este estudo visa a obtenção de uma referência que possibilite considerações sobre a robustez financeira das concessionárias em um horizonte de curto prazo.

1.3 Objetivo

O objetivo principal deste trabalho de conclusão de curso é estimar o resultado financeiro de 2024 dos blocos de concessões aeroportuárias do Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste.

O resultado financeiro de 2024 de cada bloco de aeroportos é estimado com o método chamado Simulação Monte Carlo (SMC). Premissas quanto à Receita Operacional Líquida foram fixadas para cada um dos três cenários estabelecidos (pessimista, moderado e otimista). Os três cenários permitem usar a distribuição triangular na SMC. A Receita Operacional Líquida é a quantia obtida por meio das atividades principais de uma empresa, não incluindo eventuais receitas financeiras, por exemplo.

A formação de cenários é baseada nas demonstrações de resultado do exercício (DREs) de cada bloco, conforme publicação pela agência reguladora do setor, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

1.4 Justificativa

A Agenda 2030 é um programa adotado pela Organização das Nações Unidas (ONU) para promover o desenvolvimento sustentável em escala global que foi assinado por diversos países, inclusive o Brasil. Um ponto fundamental para a sua execução é “incentivar e promover parcerias públicas, público-privadas e com a sociedade civil eficazes, a partir da experiência das estratégias de mobilização de recursos dessas parcerias” (ONU, 2015). O modelo de concessões públicas adotado no Brasil tem perfeito alinhamento com essa proposta de colaboração multissetorial.

A formulação da Agenda 2030 passa por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O ODS 9 trata da Indústria, Inovação e Infraestrutura e algumas das suas metas específicas possuem propósito comum aos presentes nos contratos de concessão. Um exemplo é a meta 9.1: “Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no

acesso equitativo e a preços acessíveis para todos” (ONU, 2015), em perfeita concordância com os interesses do Estado no programa de concessões aeroportuárias.

Dessa forma, o presente estudo é relevante sob a ótica das administradoras dos aeroportos, que buscam um retorno apropriado para o seu projeto de investimento e da administração pública, interessada na promoção do desenvolvimento sustentável e na avaliação da atratividade da continuação do programa de concessões federais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O arcabouço teórico deste trabalho inclui um breve resumo do processo de concessões aeroportuárias, a fundamentação do resultado financeiro como ponto relevante para a tomada de decisões para gestores e investidores e a Simulação de Monte Carlo como instrumento para estimar o resultado financeiro das concessionárias.

2.1 Concessões aeroportuárias no Brasil

Segundo Machado *et al.* (2019), as décadas de 1990 e 2000 trouxeram grande expansão do transporte aéreo nacional devido à combinação de desenvolvimento econômico e implantação de medidas promovendo a competição. Houve um aumento médio de 14,5% da quantidade de passageiros entre os anos de 2004 e 2011, que não foi acompanhado de investimentos equivalentes em infraestrutura.

A alternativa encontrada para garantir a qualidade da infraestrutura, expansão e manutenção dos serviços de modo a atender a demanda foi o processo de desestatização por meio de concessões públicas a serem conduzidas pela ANAC. O modelo de concessão se caracteriza por contrato que transfere à iniciativa privada o direito de realizar a operação e exploração de ativos governamentais. Se diferencia da privatização pois essa é uma venda definitiva enquanto a concessão possui prazo predeterminado.

A primeira rodada de concessões aeroportuárias, realizada em 2011, envolvia isoladamente o Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante, que ainda estava em construção. Nos dois anos seguintes, ocorreram outros dois leilões, dessa vez incluindo terminais que representam maior movimentação de passageiros. Os editais da segunda e terceira rodadas permitiam que consórcios interessados vencessem a licitação de apenas um aeroporto cada e garantia a manutenção da participação de 49% da Infraero nos aeroportos.

Após um intervalo, a quarta rodada aconteceu em 2017 e incluiu outros quatro aeroportos. Essa rodada aconteceu de acordo com o Programa de Parceria de Investimentos (PPI), criado em 2016.

A quinta rodada de concessões foi a primeira a incluir aeroportos de forma agregada no processo licitatório e foi concluída em 2019. A formação dos blocos foi feita da seguinte forma: O Bloco Nordeste é composto pelo Aeroporto Internacional do Recife, Aeroporto de Maceió, Aeroporto Internacional Santa Maria, Aeroporto de Campina Grande, Aeroporto Internacional de João Pessoa e Aeroporto de Juazeiro do Norte. O Bloco Centro-Oeste inclui o Aeroporto Internacional de Cuiabá, Aeroporto de Rondonópolis, Aeroporto de Alta Floresta e Aeroporto de Sinop. Finalmente, o Bloco Sudeste compreende o Aeroporto de Vitória e o Aeroporto de Macaé (ANAC, 2018).

De acordo com Machado *et al.* (2019), “utilizou-se o princípio de alocação de subsídios cruzados dentro dos blocos, de forma a conceder à iniciativa privada aeroportos menores e menos rentáveis conjuntamente com aeroportos de maior movimentação, os aeroportos-âncoras”. Esse procedimento evitou que a Infraero ficasse responsável apenas pelos aeroportos deficitários, além de garantir a viabilidade de aeroportos menos atrativos.

Outras alterações nos contratos de concessão na modalidade de blocos foram o fim da outorga fixa e maior uso de gatilhos de demanda para investimentos. Essas medidas reduzem o impacto inicial no fluxo de caixa e garantem o compartilhamento do risco com o Estado.

Em 2021 e 2023, foram executadas a sexta e a sétima rodada de concessões, respectivamente, com 37 aeroportos adicionais.

2.2 Desempenho financeiro das concessionárias

Desde o início do processo de desestatização, três concessionárias solicitaram a reliberação devido a resultados financeiros abaixo das expectativas. A reliberação é a devolução voluntária do ativo para subsequente realização de um segundo leilão. Os envolvidos são os Aeroportos Internacionais de São Gonçalo do Amarante, Campinas e Rio de Janeiro.

O Aeroporto de São Gonçalo do Amarante foi o primeiro a ser concedido e também o primeiro a solicitar a devolução voluntária, que foi concluída em 2023. Em 2019, a Aeroportos Brasil Viracopos informou ter dívida próxima de 1 bilhão de reais com a ANAC e seu processo de reliberação está previsto para ser realizado em 2025.

Em 2014, seu primeiro ano sob gestão privada, o Galeão teve tráfego de passageiros de 17 milhões. Esse movimento teve queda gradual até o patamar de 6 milhões em 2022. Tal redução impactou não apenas a concessionária, como resultou em atraso em repasses para o Governo Federal e corte de rotas por parte das companhias aéreas, impactou negativamente o comércio local do aeroporto e elevou a complexidade da operação do outro aeroporto da cidade, o Santos Dumont. Após medidas governamentais, o Galeão vem apresentado recuperação do movimento de passageiros e a concessionária sinalizou interesse em permanecer como responsável pela gestão.

Segundo Assaf Neto (2014), “para o administrador interno da empresa, a análise visa basicamente a uma avaliação de seu desempenho geral, notadamente como forma de identificar os resultados (consequências) retrospectivos e prospectivos das diversas decisões financeiras tomadas”. A análise das demonstrações financeiras é uma ferramenta que auxilia o gestor de uma empresa a acompanhar o desempenho da mesma e avaliar a viabilidade econômica dos projetos de investimento em relação às expectativas definidas anteriormente. Para as gestoras dos aeroportos citados anteriormente, a manutenção das concessões nas condições estabelecidas não era eficiente para geração de valor às organizações.

As informações contábeis também são relevantes para a decisão de investidores em alocar recursos em uma empresa. Damodaran (1999) descreve a impor-

tância dos demonstrativos financeiros e índices financeiros para a avaliação de investimentos: “os demonstrativos financeiros continuam sendo a fonte primária de informações para a maioria dos investidores e analistas”.

As DREs dos Blocos Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste referentes ao ano de 2023 estão representadas abaixo. Os valores são expressos em milhares de reais.

	Nota	31/12/2023	31/12/2022
Receita líquida	17	92.890	87.914
Custo dos serviços prestados	18.a	(44.465)	(37.242)
Lucro bruto		48.425	50.672
Despesas operacionais	18.b	(8.373)	(4.638)
Despesas gerais e administrativas	18.c	(855)	(169)
Outras receitas líquidas		1.217	102
Lucro operacional antes do resultado financeiro e do imposto de renda e da contribuição social		40.414	45.967
Receitas financeiras	19	2.666	1.853
Despesas financeiras	19	(7.203)	(8.876)
		(4.537)	(7.023)
Lucro antes do imposto de renda e da contribuição social		35.877	38.944
Imposto de renda e contribuição social			
Correntes	12	(3.991)	(9.266)
Diferidos	12	(6.361)	(3.401)
		(10.352)	(12.667)
Lucro líquido do exercício		25.525	26.277
Lucro básico por ação (em R\$)		0,226	0,281

TABELA 1: Demonstração do resultado do Bloco Centro-Oeste. Fonte: ANAC (2023).

	Notas	2023	2022
Receitas operacionais líquidas	23	1.179.188	1.129.058
Custos dos serviços prestados	24	(1.014.478)	(949.178)
Lucro bruto		164.710	179.880
Despesas operacionais			
Despesas gerais e administrativas	25	(51.514)	(47.561)
Provisão estimada de crédito de liquidação duvidosa – PECLD	8	3.976	(195)
Reversão de <i>impairment</i>	12	833.003	180.839
Resultado antes do resultado financeiro líquido		950.175	312.963
Receitas financeiras	26	37.402	38.589
Despesas financeiras	26	(55.677)	(27.740)
Resultado financeiro líquido	26	(18.275)	10.849
Resultado antes dos impostos		931.900	323.812
Imposto de renda e contribuição social	10	(314.226)	(110.134)
Lucro líquido do exercício		617.674	213.678

TABELA 2: Demonstração do resultado do Bloco Nordeste. Fonte: ANAC (2023).

	Nota	2023	2022
Receita operacional líquida	20	277.642	131.918
Custo dos serviços prestados	21	(185.047)	(72.172)
Lucro bruto		92.595	59.746
Despesas administrativas e gerais	21	(17.722)	(14.728)
Outras receitas e despesas operacionais	21	51	(279)
Lucro operacional antes do resultado financeiro líquido		74.924	44.739
Receitas financeiras	22	8.170	5.286
Despesas financeiras	22	(1.468)	(906)
Lucro antes dos tributos sobre o lucro		81.626	49.119
Imposto de renda e contribuição social correntes	23	(14.882)	(10.403)
Imposto de renda e contribuição social diferidos	23	245	(477)
Lucro líquido do exercício		66.989	38.239
Lucro básico diluído por ação (em R\$)	24	0,11	0,06

TABELA 3: Demonstração do resultado do Bloco Sudeste. Fonte: ANAC (2023).

2.3 Simulação Monte Carlo

A Simulação Monte Carlo teve origem na década de 1940, ao longo da progressão do Projeto Manhattan. Seu nome faz referência ao cassino em Mônaco, devido ao seu foco na aleatoriedade.

Alguns dos criadores do método, Metropolis e Ulam (1949) o descrevem como uma combinação de processos determinísticos e estocásticos, com variáveis que seguem uma distribuição de probabilidade predeterminada. Sua aplicação consiste na geração, de forma aleatória e independente, de valores para o parâmetro estudado de acordo com a distribuição conhecida. O valor obtido é armazenado após cada repetição e, posteriormente, a sequência resultante é agregada em intervalos de classe e apresentada como uma distribuição de probabilidade.

O número de iterações do processo é determinado pela capacidade computacional do equipamento, mas Lustosa, Ponte e Dominas (2004) recomendam ao menos cem repetições para garantir uma amostra representativa.

Corrar (1993) descreve a simulação como uma técnica que traduz uma situação em termos matemáticos. O método de Monte Carlo é uma simulação estatística, aplicada em modelos que envolvem eventos probabilísticos. Assim, possibilita simular um processo dependente de fatores randômicos, atribuindo valores à variável aleatória.

O procedimento interno da Simulação Monte Carlo para a obtenção das amostras é baseado em um gerador de números pseudo-aleatórios (PRNG – *pseudo-random number generator*). O PRNG é um algoritmo matemático que produz uma sequência de resultados para representar um comportamento aleatório.

Existem diversas possibilidades de algoritmos a serem utilizados. O primeiro modelo utilizado por Von Neumann e Ulam foi o Método do Quadrado Médio. No entanto, o avanço do desenvolvimento de modelos probabilísticos e do poder de processamento dos computadores originou métodos mais sofisticados.

Desenvolvido por Matsumoto e Nishimura (1998), o *Mersenne Twister* é uma das soluções mais robustas e é descrito pelos autores como a alternativa mais apro-

priada para a Simulação Monte Carlo. Ele também é o padrão utilizado pela biblioteca NumPy.

Segundo Corrar (1993), “quando utilizada na solução de modelos probabilísticos, a simulação utiliza os dados amostrais das distribuições de probabilidades das variáveis de entrada, processa essas informações dentro do modelo específico, e obtém como saída as distribuições de probabilidades da variável resultante (lucro)”.

Como mencionado por Metropolis e Ulam (1949), a execução da SMC exige um conhecimento a respeito do comportamento da variável em questão. É comum na modelagem financeira e na análise de riscos uma aproximação à distribuição normal de probabilidade. Para tal, são utilizadas a média aritmética e o desvio padrão, respectivamente.

Nunes (2015), avaliou o Aeroporto de Guarulhos utilizando a Simulação Monte Carlo como modelo para estimar a demanda de passageiros ao longo do período de concessão.

Uma alternativa está presente no artigo de Rocha, Sousa e Campos (2016), que estimam o resultado financeiro do setor de aviação civil em 2014 por meio da distribuição triangular.

Essa possibilidade é interessante para este trabalho pois não necessita de medidas estatísticas de tendência central e dispersão da ROL. A amostra disponível até o momento é limitada e sofre da interferência da pandemia de COVID-19. Por outro lado, necessita da formação de cenários críveis para o faturamento das empresas. Ao focar apenas no ano de 2024, é possível reduzir a incerteza das projeções baseando-se no histórico recente.

A análise de cenários permite avaliar o impacto de hipóteses distintas em estimativas, de modo a informar o processo decisório associado a um investimento. (Ross *et al.*, 2013).

A função de densidade de probabilidade é uma função que descreve a distribuição de probabilidades de uma variável contínua. Ela permite o cálculo da probabilidade dessa variável assumir um valor específico.

A distribuição triangular de probabilidade é caracterizada por um valor máximo, mínimo e mais provável para a variável em questão. É frequentemente usada

quando o comportamento da variável de entrada não é facilmente associado a outra distribuição, mas é possível escolher limites inferior e superior, bem como um resultado mais provável. Sua função de densidade de probabilidade é definida pela fórmula abaixo.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)}, & a \leq x \leq c \\ \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)}, & c \leq x \leq b \end{cases}$$

FIGURA 1: Função de densidade de probabilidade da distribuição triangular. Fonte: Minitab (2024).

Na função acima, a é o valor mínimo que a variável pode assumir, b é o valor máximo e c é o mais provável. O processo de determinar esses valores cabe ao pesquisador e é realizado neste trabalho na etapa de formação de cenários.

O *Mersenne Twister* tem como saída um valor randômico U entre 0 e 1. Para transformá-lo em um valor correspondente da distribuição triangular (X), são usadas as seguintes fórmulas por meio do software de operação da simulação.

- I. $X = a + \sqrt{U \cdot (b-a) \cdot (c-a)}$, quando $U < \frac{c-a}{b-a}$;
- II. $X = b - \sqrt{(1-U) \cdot (b-a) \cdot (b-c)}$, quando $U \geq \frac{c-a}{b-a}$.

Costa *et. al* (2011), resumem as etapas para a aplicação da Simulação Monte Carlo por meio da figura a seguir, adaptando Shamblin e Stevens (1974).

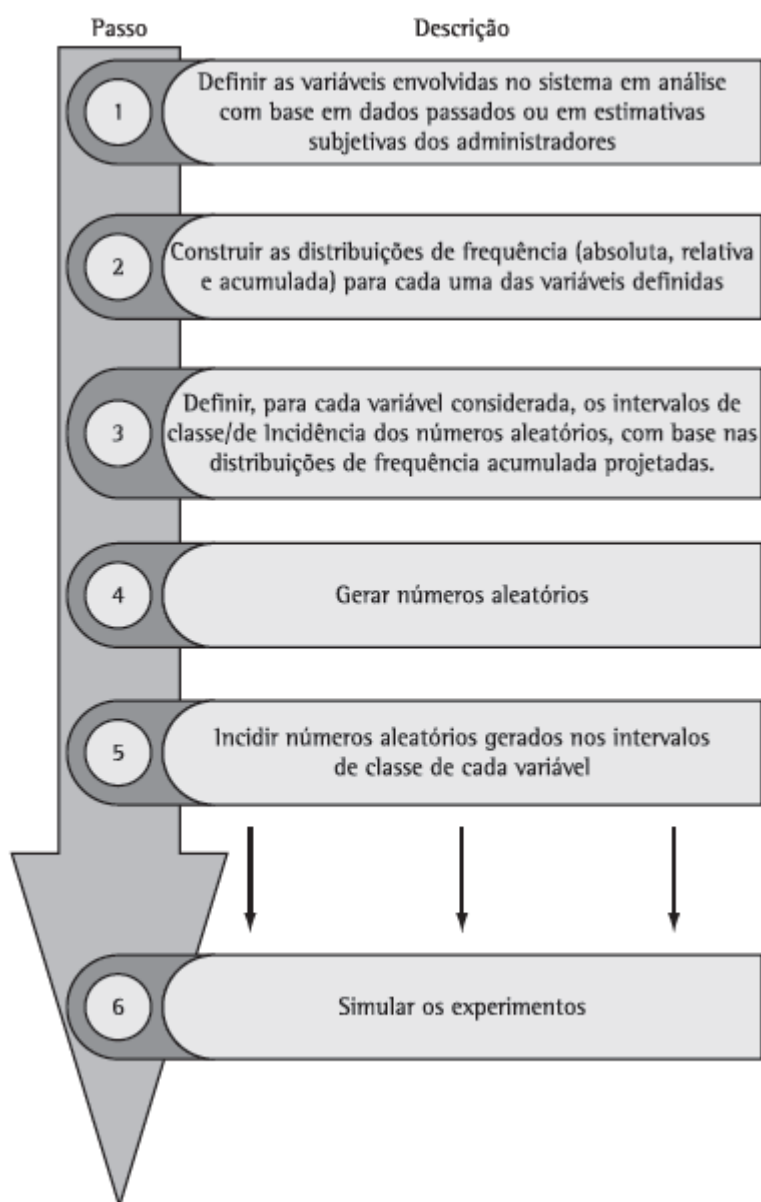


FIGURA 2: Etapas da aplicação do método de Simulação de Monte Carlo. Fonte: Costa et. al (2011).

3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

A metodologia do presente estudo é caracterizada por ser de natureza aplicada e descritiva com abordagem quantitativa. Segundo Gil (2008), a pesquisa descritiva busca descrever atributos de uma população ou fenômeno ou relacionar variáveis. Quanto aos procedimentos, o trabalho é experimental.

A amostra da pesquisa consiste de três blocos de concessão, com contratos de trinta anos de duração. A coleta de dados foi centrada em fontes secundárias, os demonstrativos financeiros de cada bloco desde que foram concedidos à iniciativa privada. O levantamento de dados se baseia em dados abertos disponibilizados por meio de relatórios na plataforma da Agência Nacional de Aviação Civil.

o procedimento de análise de dados foi a Simulação Monte Carlo. Gil (2008) afirma que técnicas estatísticas permitem caracterizar e resumir dados, estudar as relações entre variáveis e verificar se as conclusões são aplicáveis além da amostra considerada.

O processo de coleta e análise de dados foi antecedido de uma revisão de literatura acerca dos temas discutidos.

Dado o objetivo proposto de estimar o resultado financeiro em 2024, o procedimento que possibilita cumpri-lo consiste em duas etapas distintas: (i) a formação de cenários e a (ii) aplicação da Simulação Monte Carlo.

O primeiro passo utiliza o desempenho atingido por cada uma das concessionárias nos últimos anos para traçar conjunturas possíveis para 2024. A segunda fase usa essas circunstâncias como base para fornecer resultados aleatórios de acordo com uma distribuição triangular de probabilidade. Ambos são detalhados em seguida.

3.1 Formação de cenários

A estimativa do resultado financeiro em 2024 assume a Receita Operacional Líquida (ROL) como variável de risco e as demais linhas da demonstração de resul-

tado do exercício como constantes para determinar a informação de saída, o lucro líquido. A ROL é calculada pela soma de receitas obtidas com venda de bens e prestação de serviços, já descontada de impostos que incidem sobre a venda, descontos concedidos ou produtos devolvidos, por exemplo.

A aplicação da Simulação Monte Carlo, conforme Rocha, Sousa e Campos (2016) pode ser realizada por meio do uso da distribuição de probabilidade triangular. A utilização desse processo requer primeiramente a escolha de três cenários de acordo com premissas sobre a variável de entrada: otimista, realista e pessimista. Em seguida, os dados que caracterizam os cenários são utilizados como base para a simulação.

Os parâmetros em questão foram determinados com base nas DREs já divulgadas pelas concessionárias. Apesar de publicação desde 2019, foram consideradas apenas as de 2021, 2022 e 2023. As concessões ocorreram ao longo de 2019 e, portanto, as DREs não refletem o ano completo. Ademais, o ano de 2020 foi desconsiderado para reduzir os efeitos da COVID-19, que impactou gravemente o mercado, na avaliação. Em portaria de setembro do mesmo ano, o Ministério da Economia citou o setor de transporte aéreo entre os mais afetados pela pandemia.

O cenário pessimista supõe uma reversão da ROL obtida ao patamar de 2021, o realista corresponde à média aritmética do desempenho ao longo do triênio e o cenário otimista considera uma manutenção da Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR – *Compound Annual Growth Rate*) do período para 2024. O CAGR é um indicador que retrata a taxa de crescimento observada ao longo de um período de tempo se fosse aplicada de forma constante em todos os anos. O cálculo do CAGR foi realizado por meio da função RATE do Excel.

Dessa forma, as premissas para a receita operacional líquida dos blocos de concessão estão descritas nas tabelas abaixo.

Cenário Pessimista	Receita em 2021
Cenário Realista	Média aritmética da receita obtida nos anos de 2021, 2022 e 2023
Cenário Otimista	Receita em 2023 acrescida do CAGR atingido no triênio anterior

TABELA 4: Parâmetros gerais para a ROL dos blocos de aeroportos.

Cenário Pessimista	R\$ 53.595.000,00
Cenário Realista	R\$ 78.133.000,00
Cenário Otimista	R\$ 122.290.100,00

TABELA 5: Parâmetros dos cenários para a ROL do Bloco Centro-Oeste.

Cenário Pessimista	R\$ 370.810.000,00
Cenário Realista	R\$ 892.966.330,00
Cenário Otimista	R\$ 2.102.804.310,00

TABELA 6: Parâmetros dos cenários para a ROL do Bloco Nordeste.

Cenário Pessimista	R\$ 90.248.000,00
Cenário Realista	R\$ 166.602.670,00
Cenário Otimista	R\$ 486.977.560,00

TABELA 7: Parâmetros dos cenários para a ROL do Bloco Sudeste.

3.2 Aplicação da Simulação Monte Carlo

Após a determinação dos cenários, resta apenas a instrumentalização da Simulação Monte Carlo. O método utilizado foi o código abaixo, escrito em Python e executado com o software Anaconda. A escolha do Anaconda decorre da inclusão

de algumas bibliotecas voltadas para ciência de dados já pré-instaladas com o mesmo (as necessárias para esta simulação são a NumPy e a Matplotlib).

A construção do código tem início com a importação de bibliotecas relevantes. Em seguida, é definida a principal função: a `simulacoes_receita` utiliza a `np.random.triangular` para gerar valores aleatórios segundo a distribuição triangular de probabilidade de acordo com os critérios previamente definidos. Como essa função já está prevista na biblioteca NumPy, não é necessário descrever a função anterior no código. Esse passo simula a ROL de 2024 como indicado nas equações I e II do referencial teórico.

A simulação requer quatro variáveis de entrada. A variável `a` corresponde ao parâmetro estabelecido para a ROL no cenário pessimista de cada bloco. A variável `b`, por sua vez, representa o mesmo indicador para o cenário otimista. Da mesma forma, a variável `c` representa a Receita Operacional Líquida mais provável como projetada na fase de formação de cenários. A variável `d` corresponde ao somatório das linhas remanescentes da DRE de 2023, que foram mantidas constantes. Por fim, a variável `n_simulacoes` se refere ao número de repetições desejada para a simulação e foi fixada em 10.000 para todos os casos.

O programa simula a receita de acordo com os critérios previamente estabelecidos, mas entrega um histograma do lucro líquido. Para isso, as demais linhas da DRE de 2023 foram mantidas constantes para a estimativa de 2024 e sua soma acumulada corresponde à variável `d`. O cálculo é realizado por meio da função `simulacoes_lucro`. Assim, foram subtraídos R\$ 67.365.000, R\$ 561.514.000 e R\$ 210.653.000 dos blocos Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste, respectivamente.

Após o cálculo do resultado financeiro, são computados o percentual de saídas acima e abaixo de 0, indicando lucro e prejuízo, respectivamente. Isso é realizado por meio da função `probabilidade_lucro`, que divide o número de saídas positivas pela quantidade total de elementos gerados pela simulação. A probabilidade de lucro e prejuízo é apresentada em tela.

Por fim, o histograma é gerado e salvo por meio de recursos da biblioteca Matplotlib, que permitem a criação do gráfico, escolha de nomes para ele próprio e para os eixos `x` (lucro) e `y` (frequência), além de salvá-lo como figura em formato png. O código utilizado é apresentado integralmente na seção de apêndices.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A simulação resultou nos seguintes histogramas e na probabilidade de lucro e prejuízo para cada concessionária.

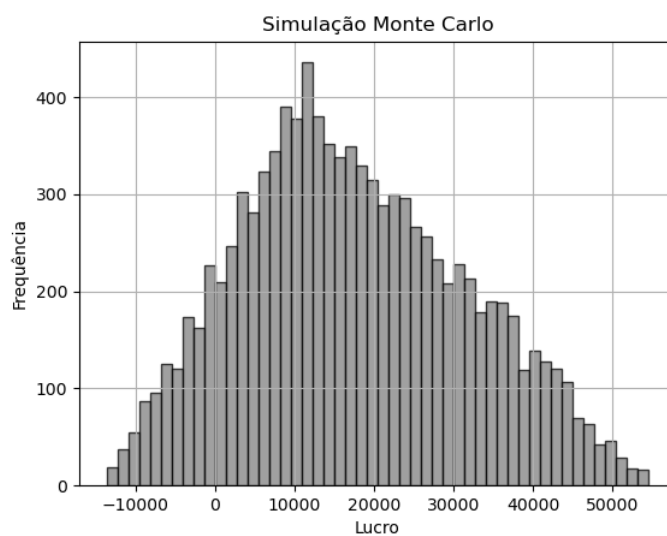


FIGURA 3: Histograma de lucro estimado para 2024 do Bloco Centro-Oeste.

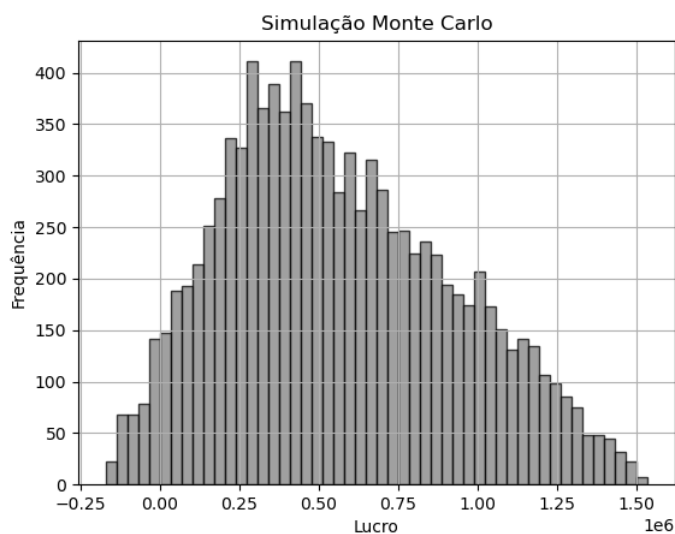


FIGURA 4: Histograma de lucro estimado para 2024 do Bloco Nordeste.

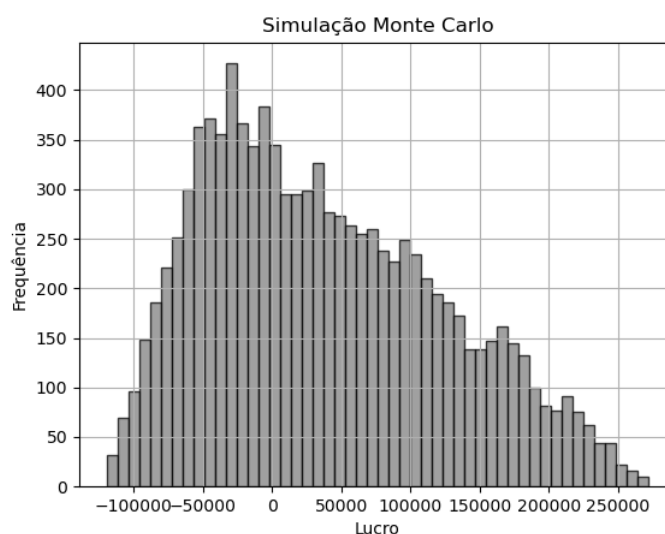


FIGURA 5: Histograma de lucro estimado para 2024 do Bloco Sudeste.

Blocos de Concessão	Probabilidade de Lucro	Probabilidade de Prejuízo
Bloco Centro-Oeste	88,97%	11,03%
Bloco Nordeste	96,18%	3,82%
Bloco Sudeste	59,82%	40,18%

TABELA 8: Probabilidade de lucro e prejuízo para cada bloco.

O Bloco Centro-Oeste apresenta uma probabilidade de prejuízo controlada, compatível com a situação da empresa. Em 2023, teve margem líquida próxima de 27,5%. Um patamar tão elevado é comparável com os melhores dentre as empresas que compõem o Índice Bovespa, por exemplo. Logo, um indicador similar é difícil até mesmo para as maiores empresas do Brasil, que possuem diversas vantagens competitivas.

A margem líquida é determinada ao dividir o lucro líquido pela receita líquida. Assim, é um indicador que aponta o percentual do faturamento a ser convertido em lucro e, portanto, a sua rentabilidade. É um indicador que, segundo Assaf Neto (2017), aponta a capacidade de obter lucro com vendas e é importante para avaliar o desempenho empresarial. Além disso, sua receita é a mais estável, logo, uma queda da mesma seria comparativamente menos severa.

Os resultados indicam o Bloco Nordeste como o menor risco de prejuízo, porém, vale ressaltar que houve um salto na linha revisão de *impairment* que impactou o resultado de 2023 de forma muito relevante. A revisão de *impairment* é um processo contábil que ajusta o valor de ativos buscando representar a empresa de forma mais fidedigna. Tal procedimento incide em receita ou despesa extraordinária no exercício. De acordo com o Art. 183 da Lei 6404, de 15 de dezembro de 1976, “a companhia deverá efetuar, periodicamente, análise sobre a recuperação dos valores registrados no imobilizado e no intangível” (Brasil, 1976).

Nascimento *et al.* (2022) verificaram que empresas mais impactadas por medidas de contenção da pandemia apresentaram maior participação do ajuste de *impairment* no resultado anual, incluindo o setor de transporte aéreo. Este foi destacado em particular por também estar sujeito a restrições de governos de outros países.

A tabela abaixo indica a evolução do teste de *impairment* do Bloco Nordeste nos últimos anos.

Ano	2020	2021	2022	2023
Valor	R\$ (412.029.000)	R\$ (601.813.000)	R\$ 183.839.000	R\$ 833.003.000

TABELA 9: Reversão de *impairment* apresentado pelo Bloco Nordeste em cada ano.

Assim, é evidente que o Bloco Nordeste sofreu uma revisão de *impairment* intensa durante a pandemia e a correção ocorreu de forma majoritária no ano de 2023. Ao tomar a DRE desse ano como base para a simulação de forma constante, é garantida uma receita adicional atípica que distorce os a estimativa de lucros para 2024.

O Bloco Sudeste é o único com probabilidade elevada de prejuízo, aproximadamente 40%. Isso decorre de um CAGR da receita muito elevado, 75,4% para o intervalo analisado, que foi acompanhado de um aumento também significativo da sua estrutura de custos. Assim, um retorno a patamares mais próximos dos anteriores ocasionaria prejuízo.

Ao avaliarem a indústria de aviação civil, Rocha, Sousa e Campos (2016), determinaram uma probabilidade de prejuízo também em cerca de 40%. Para os autores, a situação indicava que “o setor balança no abismo da falência”, visto que vinha de três anos consecutivos de prejuízo. Apesar de ser um percentual que demanda atenção, a conjuntura do Bloco Sudeste não é crítica na mesma medida, pois apresenta lucros sucessivos desde 2021 e possui capital de giro líquido positivo, incluindo liquidez imediata, pois o valor disponível em caixa e equivalentes é capaz de cobrir o seu passivo circulante. De acordo com Assaf Neto e Silva (2017), o capital de giro líquido, calculado pela diferença entre o ativo circulante e o passivo circulante, “reflete a folga financeira da empresa e, dentro de um conceito mais rigoroso, o CCL representa o volume de recursos de longo prazo que se encontra financiando os ativos correntes”.

Um mecanismo importante para a continuidade do crescimento de receita dos aeroportos é o reajuste do teto tarifário. A receita teto limita o valor máximo que cada aeroporto pode recolher por passageiro. De acordo com a ANAC (2024), o aumento segue critérios definidos nos contratos de concessão e considera a inflação vigente nos doze meses anteriores. O reajuste percentual mais recente pode ser conferido a seguir.

Bloco	Aeroporto	Percentual de Reajuste
Nordeste	Recife/PE	5,1141%
	Maceió/AL	5,1457%
	João Pessoa/PB	5,4183%
	Aracaju/SE	5,4603%
Centro-Oeste	Cuiabá/MT	5,5442%
Sudeste	Vitória/ES	5,1666%

TABELA 10: Aumento da receita-teto de aeroportos a partir de 2025. Fonte: ANAC (2024).

Ao publicar suas demonstrações financeiras relativas ao ano de 2023, a Aeroportos do Sudeste do Brasil S.A., responsável pelo Bloco Sudeste, também divul-

gou perspectivas para o ano de 2024, incluindo outras alternativas visando o aumento do faturamento.

A primeira é a retomada do volume de passageiros aos níveis pré-pandemia. A recuperação gradual da demanda afetou os resultados nos anos que precederam, mas indica um potencial claro de crescimento no curto prazo. Outro objetivo é a expansão e diversificação de receitas, por meio de uma oferta comercial mais robusta nos aeroportos acrescido de ampliação de serviços ofertados.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento deste estudo permitiu alcançar o objetivo de estimar o resultado financeiro de 2024 dos blocos Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste por meio da SMC e, assim, avaliar a viabilidade econômico-financeira de curto prazo das concessões aeroportuárias do país.

Em seguida, é necessário considerar as limitações do desenvolvimento deste trabalho. Os blocos analisados correspondem a apenas doze aeroportos dentre os cinquenta e nove concedidos em 2023, de acordo com a ANAC. Portanto, são uma representação parcial do cenário de concessões aeroportuárias no país e não retratam exatamente o panorama geral.

Adicionalmente, apesar da exclusão do ano de 2020, o período considerado ainda sofre dos efeitos da pandemia de COVID-19. Por exemplo, em 2022, a ANAC aprovou recomposição econômica acima de 50 milhões de reais para o Bloco Sudeste em razão dos prejuízos causados pela crise sanitária ao longo de 2021. A Aeroportos do Nordeste do Brasil, responsável pela administração do Bloco Nordeste, enviou à ANAC pedidos de conciliação econômico-financeira devido a desequilíbrios entre 2020 e 2023.

Uma consequência dessa interferência é a taxa de crescimento demasiadamente alta das receitas nos anos seguintes, devido à base de comparação reduzida no início. A volatilidade elevada reduz a precisão da análise.

A oscilação acentuada pontua uma questão intrínseca à metodologia utilizada, pois a escolha dos cenários por parte do pesquisador influencia diretamente

nos resultados obtidos e a seleção de condições alternativas levaria a conclusões distintas.

Por fim, vale destacar que o resultado foi avaliado de acordo com um critério binário, a ocorrência de lucro ou prejuízo. Esse fator é um ponto de partida para avaliar as decisões de alocação de capital. Entretanto, a análise poderia ser aprimorada ao considerar o custo de capital das empresas como referência da rentabilidade necessária para o projeto de gestão dos aeroportos.

A Taxa de Desconto do Fluxo de Caixa Marginal (TDFCM) das concessões é determinado pela ANAC e atualizado periodicamente. Em 2024, foi estabelecido um valor de 9,47% para os blocos Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste no quinquênio seguinte. Tal percentual não reflete necessariamente os objetivos de retorno de cada companhia, mas estabelece um patamar mínimo para verificar o equilíbrio econômico financeiro das empresas.

O TDFCM pode ser comparado com o Retorno Sobre Capital Investido (ROIC - *Return on Invested Capital*), por refletir de forma mais ampla as fontes de financiamento de cada concessionária. O ROIC é calculado ao dividir o lucro operacional deduzido de impostos pelo capital investido, ou seja, a soma entre o patrimônio líquido e a dívida líquida.

REFERÊNCIAS

AEROPORTO DE NATAL. **Devolução do Aeroporto de Natal**. 2020. Disponível em: <https://www.natal.aero/br/noticias/devolucao-do-aeroporto-de-natal/18/>

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2014.

ASSAF NETO, A.; SILVA, C. A. T. **Administração do Capital de Giro**. 4. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Aeroporto de São Gonçalo do Amarante (RN) e concessões da 5ª, 6ª e 7ª rodadas têm tarifas reajustadas**. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 17 dez. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2024/aeroporto-de-sao-goncalo-do-amarante-rn-e-concessoes-da-5a-6a-e-7a-rodadas-tem-tarifas-reajustadas>. Acesso em: 9 fev. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Concessão para ampliação, manutenção e exploração dos aeroportos integrantes dos Blocos Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste**. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Concessões de aeroportos**. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/concessoes>. Acesso em: 9 fev. 2025.

BRASIL. Decisão nº 586, de 26 de dezembro de 2022. Aprova revisão extraordinária do Contrato de Concessão do Bloco Sudeste. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 250, 30 dez. 2022.

BRASIL. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero). **Relatório de Gestão de 2010**. 2011. Disponível em: https://www.infraero.gov.br/images/stories/Infraero/Contas/Relatorios/relatorio_anual_2010.pdf. Acesso em: 9 fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 5.862, de 12 de dezembro de 1972. Autoriza o Poder Executivo a constituir a empresa pública denominada Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária – Infraero, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 11129, 13 dez. 1972.

BRASIL. Lei nº 6404, de 15 de dezembro de 1976. Dispõe sobre as sociedades por ações. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 1, 15 dez. 1976.

BRASIL. Portaria nº 20.809, de 14 de setembro de 2020. Lista os setores da economia mais impactados pela pandemia após a decretação da calamidade pública decorrente do Covid-19. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 47, 15 set. 2020.

CORRAR, L. J. O modelo econômico da empresa em condições de incerteza: aplicação do método de simulação de Monte Carlo. **Caderno de Estudos FIPECAFI**. São Paulo, n. 8, p. 1-13, abr. 1993.

DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para determinação do valor de qualquer ativo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LUSTOSA, P. R. B.; PONTE, V. M. R.; DOMINAS, W. R. Simulação. In: CORRAR, L. J.; THEÓPHILO, C. R. (Orgs.). Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração. São Paulo: Atlas, 2004.

MACHADO, B. V. Z.; INGOUVILLE, M.; DAMASCENO, T. M.; DE SALLES, D. C.; ALBUQUERQUE, C. T. V. A evolução recente do modelo de concessão aeroportuária sob a ótica da financiabilidade. **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. 7-65, set. 2019.

MATSUMOTO, M. NISHIMURA, T. Mersenne Twister: A 623-Dimensionally Equidistributed Uniform Pseudo-Random Number Generator. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation (TOMACS)*. v.8, n. 1, p. 3-30, jan. 1998.

METROPOLIS, N.; ULAM, S. The Monte Carlo Method. **Journal of the American Statistical Association**. v. 44, n. 247, p. 335-341, set. 1949.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivo de desenvolvimento sustentável 9: indústria, inovação e infraestrutura**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/9>. Acesso em: 9 fev. 2025.

NASCIMENTO, D.; DO NASCIMENTO, D. M.; GRACCO, M. C. P.; DA SILVA, F. L. Efeito da COVID-19 nos testes de impairment de ativos nas empresas brasileiras não financeiras. **Revista FIPECAFI de Contabilidade, Controladoria e Finanças (RFCC)**, v. 2, n. 3, p. 162-177, dez. 2022.

NUNES, M. B. Avaliação de concessões aeroportuárias através da teoria das opções reais: o caso do aeroporto de Guarulhos. 2015. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) – Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getúlio Vargas – FGV. Rio de Janeiro, 2015.

OUM, T. H.; ADLER, N.; YU, C. Privatization, corporatization, ownership forms and their effects on the performance of the world's major airports. **Journal of Air Transport Management**. v. 12, n. 3, p. 109-121, mai. 2006.

ROCHA, C. H.; SOUSA, R. R. C.; CAMPOS, N. Uma análise da situação financeira da indústria brasileira de aviação civil. **Journal of Transport Literature**. Manaus, v. 10, n. 3, p. 35-39, out. 2016.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD R. W.; JORDAN B. D. **Fundamentos da administração financeira**. 9. ed. Porto Alegre: Editora AMGH, 2013.

SARAIVA JÚNIOR, A. F.; TABOSA, C. M.; DA COSTA, R. P. Simulação de Monte Carlo aplicada à análise econômica de pedido. **Produção**. v.21, n. 1, p. 149-164, mar. 2011.

APÊNDICES

Apêndice A – Código Utilizado para Simulação

```

1  import numpy as np
2  import matplotlib.pyplot as plt
3
4  # Função para realizar a simulação de Monte Carlo com distribuição triangular
5  def simulacao_monte_carlo(n_simulacoes, a, b, c, d):
6      """
7          Realiza a simulação Monte Carlo utilizando uma distribuição de
8          probabilidade triangular e calcula o lucro
9
10         Parâmetros:
11         n_simulacoes (int): Número de simulações a serem realizadas
12         a (float): cenário pessimista
13         b (float): cenário otimista
14         c (float): cenário realista
15         d (float): dre
16
17         Retorna:
18         np.ndarray: Array contendo os lucros calculados para cada simulação.
19         """
20         # Gera amostras aleatórias de uma distribuição triangular
21         simulacoes_receita = np.random.triangular(a, c, b, n_simulacoes)
22
23         # Subtrai o restante da DRE-23 de cada valor simulado para calcular o lucro
24         simulacoes_lucro = simulacoes_receita - d
25
26         return simulacoes_lucro
27
28 # Função para calcular a probabilidade de lucro (valores positivos)
29 def calcular_probabilidade_lucro(simulacoes_lucro):
30     """
31         Calcula a probabilidade de ter lucro (valores positivos).
32
33         Parâmetros:
34         simulacoes_lucro (np.ndarray): Array com os resultados de lucro.
35
36         Retorna:
37         float: A probabilidade de ter lucro.
38         """
39     lucro = simulacoes_lucro[simulacoes_lucro > 0]
40     probabilidade_lucro = len(lucro) / len(simulacoes_lucro)
41
42     return probabilidade_lucro
43
44 # Função para calcular a probabilidade de prejuízo (valores negativos)
45 def calcular_probabilidade_prejuizo(simulacoes_lucro):
46     """
47         Calcula a probabilidade de ter prejuízo (valores negativos).
48
49         Parâmetros:
50         simulacoes_lucro (np.ndarray): Array com os resultados de lucro.

```

Apêndice B – Continuação do código utilizado para simulação.

```

51
52     Retorna:
53     float: A probabilidade de ter prejuízo.
54     """
55     prejuizo = simulacoes_lucro[simulacoes_lucro < 0]
56     probabilidade_prejuizo = len(prejuizo) / len(simulacoes_lucro)
57
58     return probabilidade_prejuizo
59
60 # Parâmetros para a distribuição triangular (receita)
61 a = # Cenário Pessimista
62 b = # Cenário Otimista
63 c = # Cenário Realista
64
65 # DRE
66 d = # DRE
67
68 # Número de simulações
69 n_simulacoes = 10000
70
71 # Executa a simulação de Monte Carlo para calcular os lucros
72 resultados_lucro = simulacao_monte_carlo(n_simulacoes, a, b, c, d)
73
74 # Gera o histograma dos lucros
75 plt.hist(resultados_lucro, bins=50, alpha=0.75, color='gray', edgecolor='black')
76 plt.title('Simulação Monte Carlo')
77 plt.xlabel('Lucro')
78 plt.ylabel('Frequência')
79 plt.grid(True)
80 plt.show()
81
82 # Salva os resultados dos lucros em um arquivo CSV
83 np.savetxt("resultados_lucro_simulacao.csv", resultados_lucro, delimiter=",")
84
85 # Salva o histograma como uma imagem
86 plt.hist(resultados_lucro, bins=50, alpha=0.75, color='gray', edgecolor='black')
87 plt.title('Simulação Monte Carlo')
88 plt.xlabel('Lucro')
89 plt.ylabel('Frequência')
90 plt.grid(True)
91 plt.savefig("histograma_lucro_simulacao.png")
92
93 # Calcula as probabilidades de lucro e prejuízo
94 probabilidade_lucro = calcular_probabilidade_lucro(resultados_lucro)
95 probabilidade_prejuizo = calcular_probabilidade_prejuizo(resultados_lucro)
96
97 # Exibe as probabilidades calculadas
98 print(f"Probabilidade de ter lucro: {probabilidade_lucro * 100:.2f}%")
99 print(f"Probabilidade de ter prejuízo: {probabilidade_prejuizo * 100:.2f}%")
100

```