



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB

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

Departamento de Administração

RAFAEL SOUZA DOS SANTOS

**ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS DAS 3 PRINCIPAIS
EMPRESAS DO SETOR DE AVIAÇÃO BRASILEIRO**

Brasília, DF

Novembro de 2023

RAFAEL SOUZA DOS SANTOS

Monografia apresentada ao Departamento de
Administração como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Administração.

Professora Orientadora: Olinda Maria Gomes Lesses

Brasília – DF

2023

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus pela vida. Sou grato aos meus pais, pela minha criação e valores.

Agradeço à Universidade de Brasília pelas oportunidades de crescimento que me têm sido oferecidas, dentre elas a de me aprofundar na forma como é possível enxergar as empresas e a atividade econômica no país.

Agradeço a atenção e a dedicação na forma das orientações recebidas da Professora Olinda Maria, minha orientadora neste trabalho, sem as quais ele não teria sido possível.

Agradeço também a atenção e a paciência na forma das orientações recebidas do Professor Carlos Rosano, especialmente em relação a aplicação de metodologia no R.

Em especial, agradeço a Arthur e Ricardo pelo apoio e compreensão quando dos momentos em que tive que trabalhar na elaboração deste trabalho e à minha mãe, pela ajuda nos detalhes e pelo incentivo para fazer bem feito.

RESUMO

O setor de aviação comercial desempenha um papel de destaque na economia global e no contexto nacional. O presente teve como objetivo avaliar a eficiência das 3 principais empresas de aviação que operam no Brasil, no período de 2019 a 2022: Azul Linhas Aéreas Brasileiras S.A., Latam Linhas Aéreas S.A. e Gol Linhas Aéreas S.A. Foram avaliados indicadores financeiros e operacionais, utilizando-se da Análise Envoltória de Dados, conhecida como Window Data Envelopment Analysis (WDEA) em inglês. Trata-se de uma abordagem matemática que permite avaliar a eficiência de unidades produtivas derivada da Data Envelopment Analysis (DEA). A DEA é uma técnica não-paramétrica que estima uma fronteira de eficiência a partir de uma amostra de dados. Essa fronteira é construída pelas práticas das unidades produtivas mais eficientes da amostra, que são aquelas que produzem a maior quantidade de saídas com o menor uso de entradas (CHARNES et al., 1978). Foram utilizados dados publicados pelas próprias empresas e dados publicados pela ANAC. A análise demonstrou que, no período de 2019 a 2022, na abordagem de contas operacionais da DRE, foi possível identificar a Gol como a empresa mais ineficiente, ainda que não tenha apresentado uma média muito abaixo das outras empresas, e a Latam como a mais eficiente em média. O estudo permitiu demonstrar que houve diferentes impactos na eficiência das empresas no período da pandemia de Covid 19. Nas análises feitas sob a abordagem das ASKs, foi possível perceber que, em relação aos dados operacionais escolhidos, a Gol e a Azul tiveram uma eficiência semelhante no período de 2019 a 2022, e superior à eficiência da Latam no mesmo período. Verificando-se a série histórica nessa última abordagem, também foi marcante o impacto da pandemia da Covid 19 nas operações das empresas a partir do segundo trimestre de 2020. O estudo foi capaz de gerar informações que podem subsidiar os gestores quanto à eficiência média por ponte aérea e empresa.

ABSTRACT

The commercial aviation sector plays a prominent role in the global economy and in the national context. The goal of this study was to evaluate the efficiency of the 3 main aviation companies operating in Brazil, in the period from 2019 to 2022: Azul Linhas Aéreas Brasileiras S.A., Latam Linhas Aéreas S.A. and Gol Linhas Aéreas S.A. Financial and operational indicators were evaluated, using Data Envelopment Analysis, known as Window Data Envelopment Analysis (WDEA), which is a mathematical approach that allows evaluating the efficiency of production units derived from Data Envelopment Analysis (DEA). DEA is a non-parametric technique that estimates an efficiency frontier from a sample of data. This frontier is constructed by the data of the most efficient production units in the sample, which are those that produce the greatest quantity of outputs with the least use of inputs (CHARNES et al., 1978). Data published by the companies themselves and data published by ANAC were used. The analysis demonstrated that, in the period from 2019 to 2022, in the approach to DRE's operational accounts, it was possible to identify Gol as the most inefficient company, even though it did not present an average much lower than other companies, and Latam as the most efficient on average. It was possible to demonstrate that there were different impacts on the efficiency of companies during the period of the Covid 19 pandemic. In the analyzes carried out using the ASKs approach, it was possible to see that, in relation to the chosen operational data, Gol and Azul had a similar efficiency in the period from 2019 to 2022, and higher than Latam's efficiency in the same period. Checking the historical series in this last approach, the impact of the Covid 19 pandemic on company operations from the second quarter of 2020 was also notable. The study was able to generate information that can support managers regarding the average efficiency per airlift and company.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual de mercado calculado por ASK em 2022	3
Gráfico 2 - Quantidade de unidades produtivas (trimestres) eficientes e ineficientes, referente a análise da DRE	23
Gráfico 3 - Pontuação de cada unidade produtiva (trimestres), referente às pontes aéreas intra regionais e internacionais.	24
Gráfico 4 - Trimestres que servem de referência para os demais	25
Gráfico 5 - Eficiência histórica por empresa (Contas Operacionais da DRE)	26
Gráfico 6 - Eficiência histórica por empresa (Dados operacionais)	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura da DRE elaborada por Alexandre Póvoa (2012)	10
Tabela 2 - Pontes aéreas possíveis por trimestre	18
Tabela 3 - Cotações médias do Dólar por trimestre	21
Tabela 4 - Eficiência média por ano e empresa (Contas Operacionais da DRE)	24
Tabela 5 - Azul:EBITDA Realizada VS EBITDA a partir dos Targets (milhares de R\$)	26
Tabela 6 - Gol: EBITDA Realizada VS EBITDA a partir dos Targets (milhares de R\$)	27
Tabela 7 - Latam: EBITDA Realizada VS EBITDA a partir dos Targets (milhares de R\$)	28
Tabela 8- Eficiência média por ano e empresa ponderada pelos ASK's	29
Tabela 9 - Eficiência média por ponte aérea e empresa ponderada pelos ASK's	31
Tabela 10 - Resumo estatístico gerado pelo R	32
Tabela 11 - Correlação de Pearson por empresa	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Formulação do problema	2
1.3	Objetivo Geral	3
1.4	Objetivos específicos	3
1.5	Justificativa	4
2	REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1	Conceito de Eficiência	5
2.2	Decisões baseadas em dados (<i>Data-driven decisions</i>)	5
2.3.	A importância da Gestão Financeira	7
2.4	A visão de lucro por regime de competência	8
2.5	Demonstrativo de Resultados do Exercício	9
2.6	Principais dados operacionais do setor de aviação	10
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	13
3.1	Tipologia e descrição geral da pesquisa	13
3.2	Definição do local e os participantes da pesquisa	20
3.3	Procedimentos de análise	21
3.4	Coleta de dados	22
3.5	Limitações da pesquisa	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1	1ª Abordagem: Contas Operacionais da DRE	23
4.2	2ª Abordagem: Dados Operacionais (RPK e ASK)	29
4.3	Correlação entre eficiências de diferentes abordagens	32
	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Desde a ascensão do avião como meio de transporte, que teve início com ousadas medidas de desregulamentação promovidas pelo governo norte-americano em 1978, seguidas pelo incentivo substancial ao desenvolvimento da infraestrutura, expansão de aeroportos, avanços na navegação aérea e promoção da concorrência aberta, a indústria do transporte aéreo tem desempenhado um papel significativo na promoção da interconexão de culturas, no estímulo à economia, na catalisação da inovação tecnológica e no aceleração das mudanças e dos impactos sociais.

O setor de aviação comercial desempenha um papel de destaque na economia global, contribuindo significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) mundial, com a geração de empregos e o transporte de milhões de passageiros anualmente. No cenário internacional, a aviação foi responsável por movimentar 4,5 bilhões pelas companhias aéreas mundiais (1,9 bilhões de passageiros internacionais e 2,6 bilhões de passageiros domésticos) segundo o Air Transport Action Group - ATAG (FATOS, 2023). No contexto nacional, um estudo publicado em site especializado em análises do mercado de aviação elenca o mercado brasileiro como o 7º maior do mundo (FRUSTRAÇÕES, 2022).

Em um país de proporções continentais como o Brasil, a aviação desempenha um papel mais importante do que apenas oferecer meios de transporte. Como o 5º do mundo em espaço aéreo, o Brasil conecta imensas distâncias e se estende por regiões com pouco ou nenhum transporte alternativo, portanto a relevância da aviação comercial transcende suas dimensões econômicas.

Conforme observado por Bettini e Oliveira (2009), a aviação exerce impactos diretos no crescimento econômico, uma vez que é uma atividade altamente sensível à renda. Segundo os autores, em períodos de crescimento econômico, a demanda por tráfego aéreo aumenta em proporção superior à atividade econômica, reforçando, assim, o próprio crescimento, com efeitos multiplicadores em toda a cadeia.

Ao colaborar na geração de riquezas, especialmente quando integrado com outros modais de transporte, como o terrestre, aquaviário, ferroviário e marítimo, o setor da aviação torna-se vital para o desenvolvimento econômico, particularmente em nações de vastas dimensões territoriais, como o Brasil. Essa crescente demanda por serviços aéreos impulsiona

investimentos contínuos em infraestrutura aeroportuária. A indústria da aviação é complexa e dinâmica, passando por transformações e crises ao longo do período analisado neste trabalho (BETTINI; OLIVEIRA., 2009).

A história da aviação comercial no Brasil remonta ao final da década de 1920. Em 1927, foram criadas as duas primeiras empresas aéreas do Brasil, a Varig e o Sindicato Condor, ambas com auxílio técnico e operacional da empresa alemã Condor Syndikat. A Varig (Viação Aérea Rio-Grandense) foi uma companhia aérea pioneira e se tornou um marco na aviação brasileira e desempenhou um papel fundamental na expansão da aviação comercial no país (FERREIRA, 2017).

A abertura ao setor privado, no início dos anos 1990, deu início a uma fase de liberalização que estimulou a competição e resultou em uma maior variedade de opções para os passageiros. Esse processo, como mencionado no estudo da McKinsey e Company (2010), acompanhou o crescimento da economia e a inclusão de novos estratos de consumidores, especialmente das classes B e C, que emergiram com o aumento da renda do consumidor.

No entanto, o setor enfrenta desafios, como a necessidade de ajustar a capacidade da operação de acordo com os ciclos econômicos. As oscilações na demanda, característica comum da aviação em períodos de recessão, exigem reestruturações dispendiosas, afetando as companhias aéreas e os colaboradores. A flexibilidade na gestão da operação de transporte aéreo é fundamental para tornar o setor mais resiliente e sustentável.

1.2 Formulação do problema

O uso da metodologia de Análise Envoltória de Dados (Data Development Analysis ou DEA), a partir da biblioteca “deaR” no RStudio, proporciona ao pesquisador a possibilidade comparar, elencar e avaliar altas quantidades de unidades produtivas, ou DMUs (Decision Making Units), de forma rápida e assertiva, a partir dos dados operacionais mais importantes para a atividade em que as DMUs competem.

Segundo dados de ANAC, no ano de 2022 as empresas Azul, Gol e Latam foram responsáveis por praticamente 99% da oferta total do mercado, como é possível ver no Gráfico 1 a seguir:



Gráfico 1 - Percentual de mercado calculado por ASK em 2022 **Fonte:** elaboração própria

Considerando que as 3 principais empresas do setor de aviação civil que operam no Brasil divulgam seus dados financeiros porque possuem capital aberto, e que a ANAC disponibiliza dados operacionais completos de todas as pontes aéreas que decolam ou pousam no Brasil, a questão da pesquisa pode ser formulada da seguinte forma:

Como a aplicação da metodologia DEA pode fornecer informações relevantes sobre a relação entre a eficiência operacional das empresas nas pontes aéreas e a eficiência financeira?

1.3 Objetivo Geral

Avaliar o comportamento da eficiência operacional das 3 principais empresas de aviação que operam no mercado brasileiro (Azul, Gol e Latam), por meio dos dados trimestrais disponíveis de 2019 a 2022.

1.4 Objetivos específicos

Para se cumprir o objetivo geral proposto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Coletar dados operacionais das empresas em suas fontes oficiais;
- Consolidar os dados operacionais publicados pelas empresas em apenas uma base de dados, onde as variáveis estão na mesma unidade de medida;
- Aplicar a metodologia DEA nos dados financeiros obtidos;

- Aplicar a metodologia DEA nos dados operacionais obtidos;
- Entender o impacto da pandemia na eficiência das empresas;
- Traçar cenários de resultado caso todas as empresas em todos os períodos tivessem sido eficientes.

1.5 Justificativa

A justificativa tecnológica do trabalho reside na elaboração de um script em R que permite analisar a eficiência por meio de dados financeiros e dados operacionais em diferentes séries históricas, originários do site oficial de cada empresa e da ANAC, respectivamente, enfatizando a importância do uso de programação para análise de dados.

Na esfera acadêmica, o trabalho destaca a relevância do R na formação dos alunos, pois é uma linguagem que está em alta no mercado de trabalho e que proporciona mais produtividade na geração de informações, o que leva a discussões mais aprofundadas na literatura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito de Eficiência

O dicionário Michaelis apresenta algumas definições para o termo eficiência, tais como a capacidade de produzir um efeito; efetividade, força; a capacidade de realizar bem um trabalho ou desempenhar adequadamente uma função; a qualidade do que é passível de aplicação vantajosa; proveito, serventia, utilidade; e o atributo ou condição do que é produtivo. Assim, de forma corriqueira, o termo está associado à capacidade de se produzir mais com menos recursos e/ou esforços (EFICIÊNCIA, 2023).

O conceito de eficiência, quando aplicado na economia, na administração e na contabilidade, está relacionado à competência de utilizar, da melhor maneira possível, os recursos disponíveis para obter o desempenho ótimo nos trabalhos socialmente necessários (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978).

Para Charnes et al. (1978), eficiência é uma medida relativa de desempenho, vez que se baseia na comparação da relação benefício/custo de uma unidade produtiva com as melhores práticas, ou seja, não se pode falar em eficiência se não houver um referencial comparativo. Os autores afirmam ainda que “numa unidade produtiva, a eficiência é atingida quando se maximiza a produção, receita ou lucro e se minimiza os insumos ou custo; quando não existe outra unidade ou combinação de unidades que consiga melhorar a produção, o consumo de insumos, a receita e o custo total”.

A metodologia utilizada neste trabalho, a Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis ou DEA) compara a eficiência de uma unidade tomadora de decisão (Decision-Making Units ou DMUs) com outras, gerando um indicador de avaliação da eficiência da relação insumos/produtos dessas unidades.

2.2 Decisões baseadas em dados (*Data-driven decisions*)

Em um levantamento da IBM, 90% de todos os dados da história do mundo foram gerados nos últimos anos (IBM, 2012 *apud* CREPALDE, 2017). A Business Software Alliance (BSA), representante de diversas empresas grandes do setor tecnológico, estimou que 2,5 quintilhões de bytes são criados diariamente, e a tendência é que esses números dobrem a cada dois anos.

"Dados são observações documentadas ou resultados da medição" (Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica Unicamp). Assim, pode-se afirmar que eles

sempre estiveram presentes na história, mas a importância e notoriedade para sua análise vêm ganhando força apenas nos dias atuais. A título de exemplo, ao resgatar a era do fordismo (1800), famosa pela evidenciação da produtividade industrial, dados precisaram ser analisados para detectar e estipular o tempo de fabricação dos veículos modelo T.

As organizações passaram a perceber que essas porções mínimas de informações, ao serem cruzadas entre si de forma estruturada, geram informações valiosas que podem vir a conduzir as decisões de negócios de forma mais objetiva. Assim, surgiram novos conceitos no mercado, como análise de dados (*data analysis*) e, mais à frente, ciência de dados (*data science*), que aproximaram a geração, manipulação e visualização desses dados ao nível estratégico das empresas, servindo como insumos para tomadas de decisões mais assertivas e livres de achismos. Essa é a essência da chamada tomada de decisões impulsionadas por dados (*Data Driven Decision Making - DDDM*), que, conforme artigo publicado no site da empresa de software Tableau intitulado “Tomada de decisões impulsionadas por dados: tenha sucesso na era digital”, consiste no "uso de fatos, métricas e dados para orientar decisões comerciais estratégicas alinhadas aos seus objetivos, metas e iniciativas".

Responsável por grande parcela dessa ênfase das decisões pautadas em dados, o avanço das tecnologias cada vez mais preparadas para lidar com a estruturação, armazenamento e logística de crescentes números de dados tem papel importante nesse processo. A elevação da capacidade computacional permitiu que tecnologias para esses fins fossem se desenvolvendo ao longo dos últimos tempos, de Sistemas de Apoio para a Decisão (*Decision Support Systems*), na década de 70, a *Data Warehouses* e *Big Data* hoje em dia, que possibilitaram o trabalho com volumes e velocidade cada vez maiores de dados.

Porém, a ideia de conduzir a empresa com base em análises de dados ainda é uma prática muito incipiente mundo afora. Tornar-se uma organização *data driven* demanda toda uma transformação cultural, bem como exige altos investimentos em tecnologias capazes de armazenar, trilhar, estruturar, consultar e visualizar esses dados. Demanda também o próprio conhecimento para administrar esse ferramental, extremamente novo, e para tirar *insights* desses dados. De fato, levantamentos recentes realizados pela New Vantage Partners expressam que 98,6% dos executivos indicam que suas organizações desejam ter uma cultura impulsionada por dados, porém apenas 32,4% delas afirmam ter alcançado êxito. Ademais, um estudo publicado pela IDC (International Data Corporation) em 2018 também ressaltou que as organizações já investiram trilhões de dólares para modernizar suas empresas, mas

70% dessas iniciativas fracassam por priorizarem os investimentos em tecnologia sem desenvolver uma cultura de dados de apoio.

Portanto, nota-se consciência por parte das empresas da importância de se adotar a ideologia das decisões pautadas por dados, mas, além da formação cultural, o volume e a velocidade cada vez maiores desses dados acabam exigindo tecnologias cada vez mais avançadas. O conceito de *data-driven decisions* está se tornando mais disseminado e aplicado nas organizações, gerando decisões mais rápidas e assertivas para aquelas que conseguem praticá-lo. Em uma relação diretamente proporcional ao crescimento do volume de dados gerados, é determinado o nível de ferramentas e pessoal necessário para coletar, armazenar, processar e analisar os dados, assim como o potencial impacto da implementação de uma política de decisões baseadas em dados na empresa.

Entretanto, tendo em vista que apenas 32% das que arriscaram sua implementação conseguiram êxito, para muitas organizações o conceito pode ser muito contrastante com a cultura organizacional anterior, inviabilizando sua aceitação por parte dos colaboradores. Como existem culturas organizacionais distintas entre os diferentes departamentos e setores de uma empresa, é possível trabalhar as decisões baseadas em dados de forma exclusiva entre as culturas, assim como deve ser feita uma análise de custo-benefício da implementação em cada setor individualmente, principalmente em grandes empresas com muitos setores.

2.3. A importância da Gestão Financeira

“A gestão financeira é um conjunto de ações e procedimentos administrativos que envolvem o planejamento, a análise e o controle das atividades financeiras da empresa” (LIZ, 2009).

Segundo o autor, para obter sucesso, existem pontos fundamentais, mas o de suma importância é o planejamento financeiro e uma gestão de finanças bem organizada. Através da organização financeira, o gestor consegue conhecer a saúde financeira pessoal e da empresa, sabendo as decisões que deverão ser tomadas para aumentar o lucro líquido da empresa e manter sua situação financeira saudável. Para o gestor adquirir conhecimentos a fim de alcançar o sucesso por meio da organização financeira, ele pode se utilizar de diversos recursos, como cursos *online* ou presenciais, apostilas, livros didáticos, artigos ou uma simples busca no Google. É preciso aprender os principais indicadores financeiros e conhecer

os principais relatórios gerenciais. Os indicadores financeiros são: a) Lucratividade sobre as vendas;

b) Rentabilidade dos negócios;

c) Capital de Giro;

d) Nível de endividamento da empresa;

e) Margem de Contribuição;

f) Ponto de Equilíbrio.

E os principais relatórios são:

a) Controle de Vendas realizadas;

b) Apuração dos Resultados da Empresa;

c) Controle de Caixa do Movimento Realizado;

d) Fluxo de Caixa;

e) Balanço Gerencial.

Hoje, com a tecnologia avançada, não é necessário saber fazer tudo isso manualmente, pois os sistemas informatizados gerenciais mais simples já nos fornecem todos esses dados, requerendo do gestor saber analisar cada relatório.

2.4 A visão de lucro por regime de competência

O Regime de Competência é um método para registrar os lançamentos contábeis de um negócio, onde o registro é gerado no período de competência, ou seja, no exato momento que o fato gerador de um crédito ou obrigação acontece.

Coelho e Lima (2008) afirmam que “este mecanismo é largamente utilizado com função técnica idêntica, mas com propósitos diferenciados, quais sejam: o de atenuar as disfunções informacionais do conceito de caixa/fluxo de caixa como medida do lucro e o de adicionar informação econômica no sentido de aproximar o lucro contábil do conceito de lucro econômico de Hicks”.te. Os autores prosseguem asseverando que “tal discussão também é impactada pela necessidade de monitoramento de contratos na firma, função que carece de números confiáveis e verificáveis, diretamente dependentes do arbítrio contido nos ajustes ao regime de competência em confronto.”

Tendo em vista que empresas realizam compras e vendas a prazo, pode acontecer da competência de uma venda ser diferente do seu pagamento representado pela movimentação

em caixa, portanto isso causará um descasamento entre os diferentes fluxos: caixa e competência. Relatórios como o Balanço Patrimonial e a Demonstração de Resultado do Exercício (DRE) utilizam o regime de competência como base.

2.5 Demonstrativo de Resultados do Exercício

Ross, Westerfield e Jaffe (1999) afirmam que a Demonstração de Resultado do Exercício (DRE) mede o desempenho de uma empresa durante um período específico, por meio do lucro. Para os autores, A definição contábil de lucro seria:

$$\text{Receitas} - \text{Despesas} = \text{Lucro}$$

Esse demonstrativo geralmente inclui diversas seções, sendo a seção operacional a mais importante, porque inclui as contas de receitas e despesas associadas às operações principais das empresas. A seção não operacional, entre outras coisas, inclui todos os custos de financiamento, como as despesas de juros. Em geral também consta uma terceira seção separada, indicando o valor dos impostos lançados contra o lucro. A parte final do demonstrativo de resultado tem que ser o lucro líquido, que muitas vezes é medido em função do número de ações ordinárias, ou seja, lucro por ação (ROSS et al., 1999).

A Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) é um relatório contábil que organiza e apresenta o fluxo de receitas, custos e despesas de uma empresa, de modo a mensurar sua geração de lucro. O demonstrativo é estruturado em formato tabular, iniciando com a caracterização das receitas, seguida da dedução de custos e despesas, e terminando com a apresentação do resultado final. Na Tabela 1 a seguir, é possível visualizar a estrutura da DRE elaborada por Alexandre Póvoa (2012) que vai de encontro com a descrição de Ross et al (1999).

Tabela 1 - Estrutura da DRE elaborada por Alexandre Póvoa

DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS
Receita
CMV
Lucro Bruto
Despesas Operacionais
Despesas de salários
Despesas Administrativas
Depreciação
Lucro Operacional
Receitas Financeiras
Despesas Financeiras
Lucro antes do IR
Imposto de Renda
Lucro Líquido

Fonte: Póvoa (2012)

A primeira linha do demonstrativo é a receita bruta, que é a soma de todos os serviços prestados e/ou produtos vendidos pela empresa. A seguir, é subtraído o custo das mercadorias vendidas (CMV), que representa os custos diretamente relacionados à produção dos produtos vendidos ou serviços prestados. O resultado dessa operação é o lucro bruto.

Em seguida, são deduzidas as despesas operacionais, que são os custos indiretos relacionados à operação da empresa, como despesas de salários, despesas administrativas e depreciação. O resultado dessa operação é o lucro operacional, também conhecido como Earnings Before Interest and Taxes EBITDA.

Seguindo, são deduzidas as despesas financeiras do lucro operacional, como juros e amortizações de empréstimos, e o montante restante é o lucro antes do Imposto de renda.

Ao final são subtraídos os impostos de renda (IR) e o resultado é chamado lucro líquido do período.

2.6 Principais dados operacionais do setor de aviação

Abaixo, estão conceituados os principais dados operacionais do setor de aviação, segundo a Associação Brasileira das Empresas Aéreas - ABEAR (GLOSSÁRIO, 2019).

“Oferta – é medida em ASK (Available Seat-Kilometers ou Assentos-Quilômetros Oferecidos): é calculada por voo, pela multiplicação do número de assentos disponíveis para comercialização em cada etapa pela distância percorrida em cada etapa. Um ASK é

produzido quando um assento é transportado por um quilômetro. Para uma companhia ou para a indústria, basta somar os ASKs de todos os voos daquela companhia ou de todas as companhias.

Demanda – é medida em RPK (Revenue Passenger-Kilometers ou Passageiros-Quilômetros Pagos transportados): é calculada por voo, pela multiplicação do número de passageiros pagantes em cada etapa pela distância percorrida em cada etapa. Um RPK é produzido quando um assento ocupado por um passageiro pagante é transportado por um quilômetro. Para uma companhia ou para a indústria, basta somar os RPKs de todos os voos daquela companhia ou de todas as companhias.

Fator de Aproveitamento ou LF (Load Factor): diz respeito à relação entre oferta e demanda. É calculado por voo ou por etapa de voo, pela divisão do total de assentos ocupados por passageiros pagantes pelo total de assentos oferecidos em cada caso. Costuma ser expresso em porcentagem, indicando o quanto da capacidade oferecida foi efetivamente comercializada. Para uma companhia ou para a indústria, é calculado a partir da divisão do total de RPKs pelo total de ASKs daquela companhia ou de todas as companhias. É conhecido popularmente como taxa de ocupação. Também pode ser aplicado de forma análoga para o transporte de cargas, indicando o quanto da capacidade ofertada foi efetivamente ocupada por itens que geraram receita para uma companhia.

Passageiro Pagante (Revenue Passenger): refere-se a um passageiro cujo transporte gerou remuneração comercial para uma companhia aérea. Inclui aqueles que viajam por meio da aquisição de bilhetes regulares, promocionais ou resgatados via programas de milhagem; usando bilhetes gerados a partir do resgate de créditos compensatórios junto a uma companhia; usando bilhetes emitidos dentro de acordos corporativos; ou, ainda, por meio de tarifas preferenciais definidas por normas ou acordos. Não inclui, por outro lado, passageiros viajando gratuitamente por qualquer razão; pessoas viajando com bilhetes adquiridos com tarifas ou descontos disponíveis somente para empregados de companhias aéreas, seus prepostos ou pessoas a seu serviço; crianças que não ocupam um assento.

Participação de mercado (ou Market Share): refere-se à parcela da oferta, da demanda ou do número total de passageiros ou quilos de carga transportada detida por uma determinada empresa. Nas estatísticas de passageiros acompanhadas pela ABEAR, é observada pelo viés

da demanda. É calculada pela divisão do total de RPKs de uma companhia pelo total de RPKs da indústria. Nas estatísticas de carga, é observada pelo peso. É calculada pela divisão do total de carga transportada por uma companhia pelo total de carga da indústria.

Etapa de voo (ou Flight Stage): refere-se à operação de uma aeronave de uma decolagem ao próximo pouso. Uma etapa de voo pode ser doméstica ou internacional. Um único voo pode ser composto por mais de uma etapa de voo. Assim, o voo hipotético XX 1234 de São Paulo a Recife, com escala em Brasília, é composto por duas etapas de voo.”

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Esta seção apresenta a operacionalização da pesquisa, abordando os procedimentos metodológicos utilizados para a formulação do estudo proposto. Serão relatados a tipologia e a descrição geral da pesquisa, a caracterização do objeto de estudo e, por fim, os procedimentos adotados para a análise dos dados.

3.1 Tipologia e descrição geral da pesquisa

A metodologia aplicada neste trabalho é a Análise Envoltória de Dados, conhecida como Window Data Envelopment Analysis (WDEA) em inglês. Trata-se de uma abordagem matemática que permite avaliar a eficiência de unidades produtivas derivada da Data Envelopment Analysis (DEA).

Segundo Peykani, Saen, Esmaeili e Gheidar-Kheljani (2021), WDEA é uma abordagem de programação matemática poderosa, aplicável e popular que é amplamente empregada para medição de desempenho dinâmico e aumentando o poder de discriminação das DMUs na presença de dados em painel. A principal vantagem da abordagem WDEA é descrever a abordagem horizontal e mudanças verticais na eficiência das DMUs. Além disso, a aplicação do WA pode aumentar o poder de discriminação aumentando o número de DMUs quando um número limitado de DMUs está disponível.

Para explorar essa ferramenta, é crucial compreender o conceito de eficiência, que, embora possa parecer intuitivo para muitos, frequentemente gera confusão. Muitas vezes, usamos frases como "é eficiente" ou "não é eficiente" sem uma compreensão precisa do significado subjacente (CHARNES et al., 1978).

Embora o foco esteja na análise de processos de produção que envolvem múltiplos recursos para trazer uma base sólida à análise o exame é feito com a utilização de apenas um recurso de cada vez. (CHARNES et al., 1978).

A DEA é uma técnica não-paramétrica que estima uma fronteira de eficiência a partir de uma amostra de dados. Essa fronteira é construída pelas práticas das unidades produtivas mais eficientes da amostra, que são aquelas que produzem a maior quantidade de saídas com o menor uso de entradas (CHARNES et al., 1978).

O problema de programação linear usado para estimar a fronteira de eficiência consiste em maximizar a relação ponderada entre a saída e a entrada de cada unidade

produtiva. Os modelos DEA clássicos são o CCR e o BCC. O modelo CCR, apresentado originalmente por Charnes et al. (1978) constrói uma superfície linear por partes não paramétrica, envolvendo os dados e trabalhando com retornos constantes de escala. Isso significa que, para cada unidade produtiva, qualquer variação nas entradas produz uma variação proporcional nas saídas.

Para trazer um entendimento maior sobre o desempenho das empresas, o presente estudo se propõe a calcular a eficiência em duas abordagens de Inputs e Outputs diferentes, porém, referente às mesmas empresas nos mesmos períodos. O primeiro modelo possui como output a receita operacional total no período e como input todas as 9 diferentes contas de despesas operacionais presentes da DRE, e esses dados serão obtidos no site oficial das empresas. O segundo modelo utilizará como input os ASKs e como output os RPKs, que são os principais indicadores de oferta (ASK) e demanda (RPK) em relação a transporte de passageiros. Como o modelo DEA se propõe a avaliar a eficiência de unidades produtivas, torna-se coerente escolher variáveis onde o seu registro dados segue o Regime de Competência, pois as receitas e despesas operacionais da DRE serão resultado do desempenho operacional, mensurado pelos dados operacionais divulgados pela ANAC.

3.1.1 1ª Abordagem: Contas Operacionais da DRE

3.1.1.1 Inputs utilizados:

- X1: Combustível de aviação;
- X2: Salários e benefícios;
- X3: Arrendamento mercantil de aeronaves e outros;
- X4 Tarifas aeroportuárias;
- X5: Prestação de serviços de tráfego;
- X6: Comerciais e marketing;
- X7: Material de manutenção e reparo;
- X8: Depreciação e amortização;
- X9: Outras despesas operacionais, líquidas.

3.1.1.2 Outputs utilizados:

- Y1 Receita líquida.

3.1.1.3 Unidades Produtivas (DMU's) consideradas:

- AZUL 2019.1
- AZUL 2019.2
- AZUL 2019.3
- AZUL 2019.4
- AZUL 2020.1
- AZUL 2020.2
- AZUL 2020.3
- AZUL 2020.4
- AZUL 2021.1
- AZUL 2021.2
- AZUL 2021.3
- AZUL 2021.4
- AZUL 2022.1
- AZUL 2022.2
- AZUL 2022.3
- AZUL 2022.4
- GOL 2019.1
- GOL 2019.2
- GOL 2019.3
- GOL 2019.4
- GOL 2020.1
- GOL 2020.2
- GOL 2020.3
- GOL 2020.4
- GOL 2021.1
- GOL 2021.2
- GOL 2021.3
- GOL 2021.4
- GOL 2022.1
- GOL 2022.2
- GOL 2022.3
- GOL 2022.4

- LATAM 2019.1
- LATAM 2019.2
- LATAM 2019.3
- LATAM 2019.4
- LATAM 2020.1
- LATAM 2020.2
- LATAM 2020.3
- LATAM 2020.4
- LATAM 2021.1
- LATAM 2021.2
- LATAM 2021.3
- LATAM 2021.4
- LATAM 2022.1
- LATAM 2022.2
- LATAM 2022.3
- LATAM 2022.4

48 unidades produtivas no total.

3.1.1.4 Modelo de Retorno: Constante orientado aos insumos

3.1.2 2ª Abordagem: Dados Operacionais (RPK e ASK)

3.1.2.1 Inputs utilizados:

- X1: ASK (Assentos-Quilômetros Oferecidos)

3.1.2.2 Outputs utilizados:

- Y1 RPK (Passageiros-Quilômetros Pagos transportados)

3.1.1.3 Unidades Produtivas (DMU's) consideradas:

Diferentemente da primeira abordagem, essa possui 1728 DMUs porque a partir dos dados da ANAC foi possível agrupar os dados operacionais das empresas em 36 diferentes tipos de pontes aéreas, formadas a partir das 5 principais regiões brasileiras e voos internacionais. O termo ponte aérea é utilizado para denominar trechos entre duas localidades em forma uma chave em texto “ORIGEM-DESTINO”, onde o primeiro local da chave deve ser o local de origem ou decolagem do voo e o segundo local deve ser o destino de pouso do voo. Como não existe nenhuma restrição entre as 6 possibilidades de locais de decolagem ou pouso de um voo (Centro-oeste, Nordeste, Norte, Sudeste, Sul e Internacional), todas podem ser o destino ou origem de qualquer uma das outras, inclusive delas mesmas (Exemplo: Nordeste-Nordeste), chega-se a um total de 36 possibilidades de pontes aéreas:

- 1. CENTRO-OESTE-CENTRO-OESTE**
- 2. CENTRO-OESTE-INTERNACIONAL**
- 3. CENTRO-OESTE-NORDESTE**
- 4. CENTRO-OESTE-NORTE**
- 5. CENTRO-OESTE-SUDESTE**
- 6. CENTRO-OESTE-SUL**
- 7. INTERNACIONAL-CENTRO-OESTE**
- 8. INTERNACIONAL-INTERNACIONAL**
- 9. INTERNACIONAL-NORDESTE**
- 10. INTERNACIONAL-NORTE**
- 11. INTERNACIONAL-SUDESTE**
- 12. INTERNACIONAL-SUL**
- 13. NORDESTE-CENTRO-OESTE**
- 14. NORDESTE-INTERNACIONAL**
- 15. NORDESTE-NORDESTE**
- 16. NORDESTE-NORTE**
- 17. NORDESTE-SUDESTE**
- 18. NORDESTE-SUL**
- 19. NORTE-CENTRO-OESTE**
- 20. NORTE-INTERNACIONAL**
- 21. NORTE-NORDESTE**
- 22. NORTE-NORTE**
- 23. NORTE-SUDESTE**

- 24. NORTE-SUL
- 25. SUDESTE-CENTRO-OESTE
- 26. SUDESTE-INTERNACIONAL
- 27. SUDESTE-NORDESTE
- 28. SUDESTE-NORTE
- 29. SUDESTE-SUDESTE
- 30. SUDESTE-SUL
- 31. SUL-CENTRO-OESTE
- 32. SUL-INTERNACIONAL
- 33. SUL-NORDESTE
- 34. SUL-NORTE
- 35. SUL-SUDESTE
- 36. SUL-SUL

Então há 36 pontes possíveis para cada uma das 48 DMUs da primeira abordagem, referentes a um trimestre de uma empresa, como demonstra a Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Pontes aéreas possíveis por trimestre

Empresa	Ano	Trimestre	Pontes aéreas possíveis
AZUL	2019	1	36
AZUL	2019	2	36
AZUL	2019	3	36
AZUL	2019	4	36
AZUL	2020	1	36
AZUL	2020	2	36
AZUL	2020	3	36
AZUL	2020	4	36
AZUL	2021	1	36
AZUL	2021	2	36
AZUL	2021	3	36
AZUL	2021	4	36

AZUL	2022	1	36
AZUL	2022	2	36
AZUL	2022	3	36
AZUL	2022	4	36
GOL	2019	1	36
GOL	2019	2	36
GOL	2019	3	36
GOL	2019	4	36
GOL	2020	1	36
GOL	2020	2	36
GOL	2020	3	36
GOL	2020	4	36
GOL	2021	1	36
GOL	2021	2	36
GOL	2021	3	36
GOL	2021	4	36
GOL	2022	1	36
GOL	2022	2	36
GOL	2022	3	36
GOL	2022	4	36
LATAM	2019	1	36
LATAM	2019	2	36
LATAM	2019	3	36
LATAM	2019	4	36
LATAM	2020	1	36
LATAM	2020	2	36
LATAM	2020	3	36
LATAM	2020	4	36
LATAM	2021	1	36

LATAM	2021	2	36
LATAM	2021	3	36
LATAM	2021	4	36
LATAM	2022	1	36
LATAM	2022	2	36
LATAM	2022	3	36
LATAM	2022	4	36
Total de possibilidades (Soma)			1728

Fonte: elaboração própria

O intuito de subdividir os dados operacionais das empresas é conseguir identificar, além do contexto geral, quais são os destinos e origens de voos que cada empresa performa é mais ou menos eficiente.

3.2 Definição do local e os participantes da pesquisa

Segundo Gil (2008), “o universo ou população é um conjunto definido de elementos que possuem determinadas características e a amostra consiste em um subconjunto do universo ou da população, por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo ou população”.

O presente estudo avalia a eficiência das 3 principais empresas de aviação que operam no Brasil, no período de 2019 a 2022, são elas:

- Azul Linhas Aéreas Brasileiras S.A.
- Latam Linhas Aéreas S.A
- Gol Linhas Aéreas S.A.

O período de 2019 a 2022 foi escolhido devido a uma regra contábil que entrou em vigor a partir de 2019, o IFRS16. A nova regra gerou impactos diretos na DRE das empresas brasileiras com capital aberto, e como este estudo se propõe a trazer todas as contas da DRE

que compõem o Lucro Operacional, torna-se incoerente comparar períodos antes e depois de sua adoção.

3.3 Procedimentos de análise

Para aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) nos dados de DRE das empresas, pela biblioteca “deaR” no RStudio, foi necessário padronizar os dados das empresas nos mesmos outputs e inputs por meio de tratamento de dados no excel, após a coleta.

Para isso, foram necessárias algumas adaptações e considerações para que todas as receitas e despesas operacionais fossem contempladas em todas empresas, de maneira geral, foram as consideradas as contas de DRE da Azul como padrão porque a Latam, mesmo sendo estrangeira, seguiu o mesmo padrão e a Gol apresentou duas contas de despesas operacionais a mais. Foram feitos as seguintes adaptações e considerações:

- As duas contas de despesa operacional que apenas a Gol apresentou (Gastos com passageiros e Seguro de Aeronaves) foram somadas a conta de “Outras despesas operacionais, líquidas” (Input X9 da 1ª abordagem) na pesquisa.
- Devido a Latam divulgar seus dados de DRE com valores em dólar, para que a aplicação do DEA fosse coerente, com todas as variáveis na mesma unidade de medida, foi necessário converter os valores financeiros dela para o Real Brasileiro (BRL) a partir de cotações obtidas no site oficial do BACEN. As cotações médias por trimestre utilizadas estão descritas na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Cotações médias do Dólar por trimestre

Trimestre	Compra	Venda
2018.1	3,24	3,24
2018.2	3,60	3,61
2018.3	3,95	3,95
2018.4	3,81	3,81

2019.1	3,77	3,77
2019.2	3,92	3,92
2019.3	3,97	3,97
2019.4	4,12	4,12
2020.1	4,47	4,47
2020.2	5,38	5,39
2020.3	5,38	5,38
2020.4	5,39	5,39
2021.1	5,48	5,48
2021.2	5,29	5,29
2021.3	5,23	5,23
2021.4	5,59	5,59
2022.1	5,23	5,23
2022.2	4,93	4,93
2022.3	5,25	5,25
2022.4	5,25	5,26
2023.1	5,20	5,20
2023.2	4,95	4,95

Fonte: Elaborado a partir de dados do Banco Central do Brasil, 2023

3.4 Coleta de dados

Para a realização da pesquisa, foram utilizados dados de duas naturezas, a primeira foram dados publicados pelas próprias empresas, obtidos através dos sites oficiais das mesmas, e segunda foram dados publicados pela ANAC.

3.5 Limitações da pesquisa

Na base de dados da ANAC, além dos voos domésticos, todas as pontes aéreas que envolvem origem ou destino Internacional estão restritas aos voos que saíram do Brasil ou chegaram ao Brasil. A Latam, por exemplo, possui mais da metade de suas receitas oriundas de voos internacionais segundo os dados publicados pela mesma, portanto, é possível que

houvesse alterações nos resultados caso fossem consolidados dados de outros países combinados.

Tendo isso em vista, a aplicação do modelo DEA nos dados operacionais fornecidos pela ANAC corresponde apenas ao desempenho das atividades comerciais praticadas no Brasil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentação e discussão dos resultados de eficiência nos dois modelos aplicados através de um código elaborado na linguagem de programação R.

4.1 1ª Abordagem: Contas Operacionais da DRE

Nos resultados a seguir cada unidade produtiva (DMU) é referente a um trimestre de uma empresa. No período de 2019 a 2022, existem 16 trimestres e temos 3 empresas, portanto, foram analisados 48 DMUs no total.

O Gráfico 2 demonstra a quantidade de unidades produtivas (trimestres das empresas) eficientes (Efficient) e ineficientes (Inefficient), referente a análise das contas operacionais da DRE de 2019 a 2022. Identificou-se 22 DMUs eficientes e 26 ineficientes.

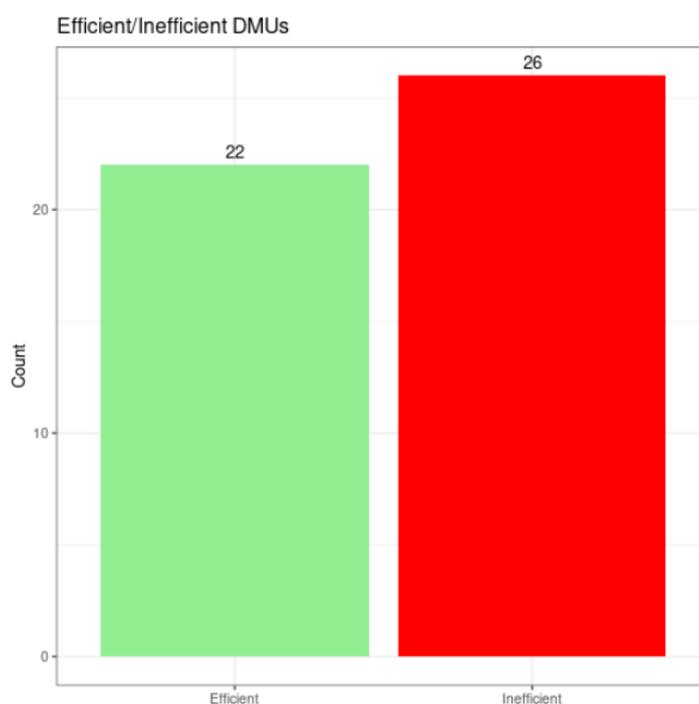


Gráfico 2 - Quantidade de unidades produtivas (trimestres) eficientes e ineficientes, referente a análise da DRE
Fonte: elaboração própria

Apesar de ter havido mais trimestres ineficientes do que eficientes, pode-se enxergar no Gráfico 3 abaixo que, a maioria das unidades ineficientes apresentaram um índice acima de 0,9 de um máximo de 1, e nenhuma apresentou um índice de eficiência inferior a 0,7.

Dentre as unidades eficientes no período, destaca-se a Latam, que foi eficiente em 13 trimestres em um total de 16.

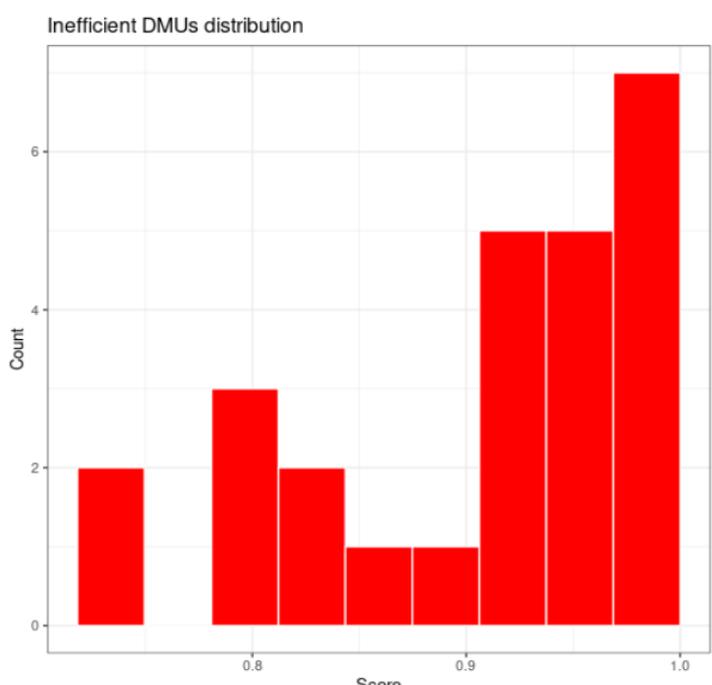


Gráfico 3 - Pontuação de cada unidade produtiva (trimestres), referente às pontes aéreas intra regionais e internacionais.
Fonte: elaboração própria

Entre as unidades produtivas ineficientes, a Gol é a que foi ineficiente em mais períodos, totalizando 9, seguida pela Azul com 7. Tendo isso em vista e a partir das médias de eficiência no período, é possível elencar nessa abordagem a Gol como a empresa mais ineficiente e a Latam como a mais eficiente em média, como é possível ver na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Eficiência média por ano e empresa (Contas Operacionais da DRE)

Trimestre	AZUL	GOL	LATAM
2019.1	1,00	1,00	1,00
2019.2	0,93	0,95	0,93
2019.3	1,00	1,00	1,00
2019.4	1,00	1,00	1,00
2020.1	0,93	1,00	1,00

2020.2	1,00	0,72	1,00
2020.3	0,82	0,79	1,00
2020.4	0,96	0,89	1,00
2021.1	0,79	0,84	1,00
2021.2	0,80	0,74	0,96
2021.3	1,00	0,84	1,00
2021.4	1,00	0,94	1,00
2022.1	0,97	0,94	1,00
2022.2	1,00	0,92	1,00
2022.3	1,00	1,00	1,00
2022.4	1,00	1,00	1,00
Média	0,95	0,91	0,99

Fonte: elaboração própria

No entanto, é importante ressaltar a similaridade entre as médias e faltas de outliers nos resultados, mostrando que as empresas se comportam de forma semelhante, e que mesmo a Gol sendo a empresa mais ineficiente no período em média, ela não apresenta uma média muito abaixo das outras duas empresas, como é apresentado na Tabela 4.

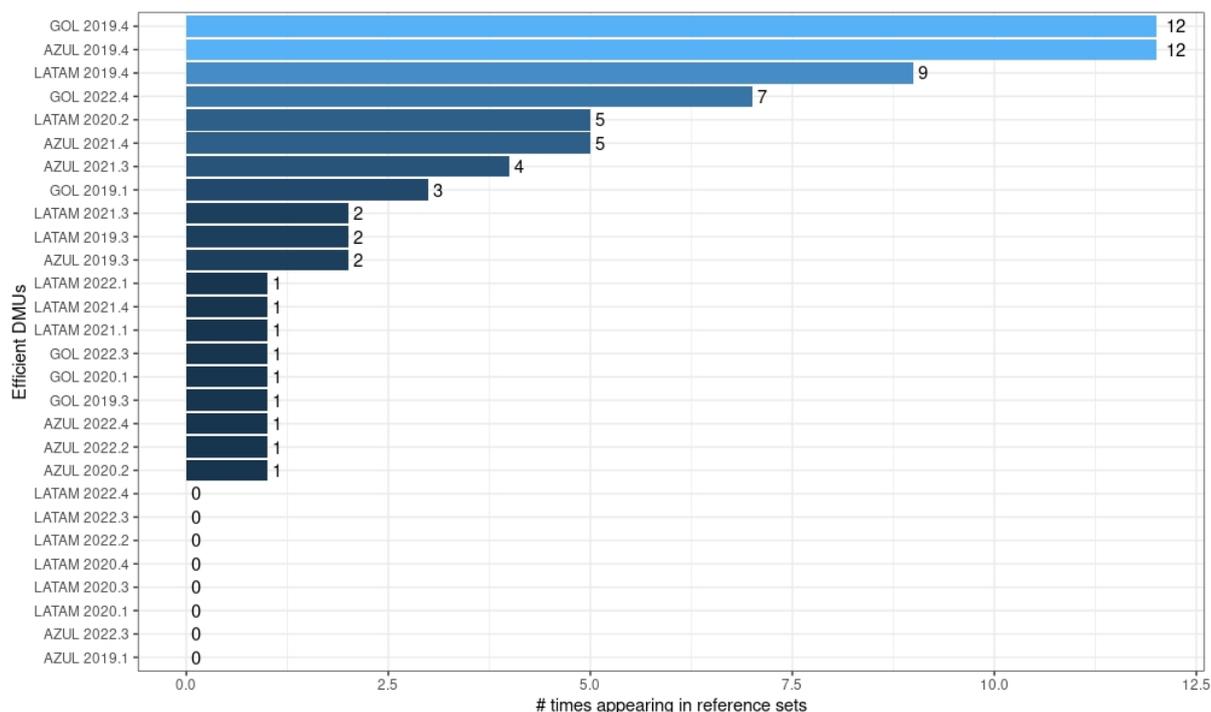


Gráfico 4 - Trimestres que servem de referência para os demais **Fonte:** elaboração própria

No Gráfico 4 acima podemos visualizar a contagem de DMUs ineficientes que devem se espelhar em cada uma das 22 DMUs eficientes, onde o quarto trimestre de 2019 aparece como destaque, pois as 3 DMUs desse período, referentes às 3 empresas, apresentam o maior número de unidades que devem se espelhar.

Eficiência histórica por empresa (Contas Operacionais da DRE)

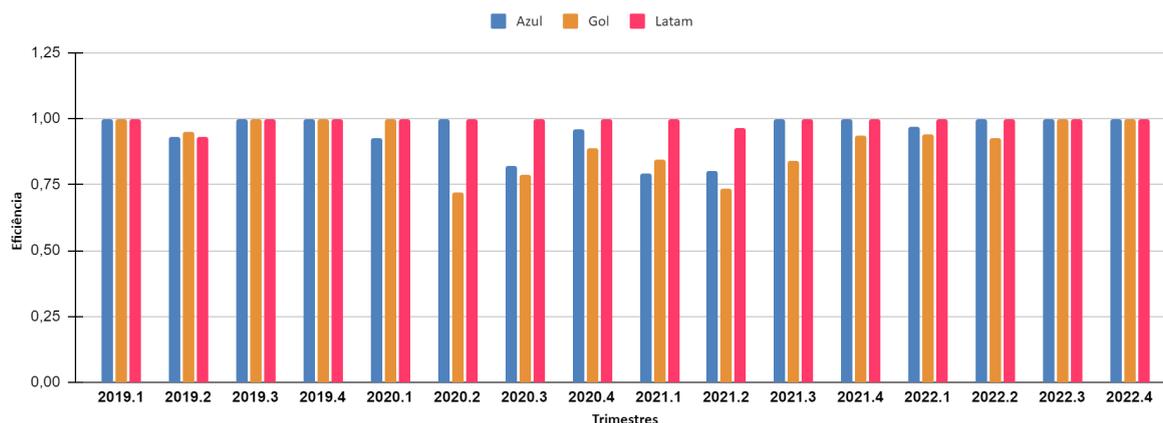


Gráfico 5 - Eficiência histórica por empresa (Contas Operacionais da DRE) **Fonte:** elaboração própria

No Gráfico 5, é possível analisar a evolução histórica da eficiência das empresas no período em estudo. Tendo em vista que o lockdown, devido à pandemia Covid-19, começou

no Brasil a partir de março de 2020, tendo a data de início variada entre os Estados, considerando os diferentes decretos de cada estado, percebe-se que principalmente a Gol teve sua eficiência afetada por essa crise mundial a partir do segundo trimestre de 2020. A Azul sentiu os impactos de forma mais amena e teve uma recuperação bem mais rápida que a Gol, já a Latam praticamente não sentiu os efeitos da crise em sua eficiência referente às contas operacionais da DRE.

As Tabelas 5, 6 e 7, a seguir, demonstram como poderia ter sido a margem EBITDA ou lucro operacional caso as empresas tivessem se mantido eficientes em todo o período de 2019 a 2022, a partir dos resultados de Targets:

Tabela 5 - Azul: EBITDA Realizada VS EBITDA a partir dos Targets (milhares de R\$)

Trimestre	Eficiência	EBITDA Realizado	EBITDA Eficiente	Diferença
2019.1	1	347.171	347.171,00	0,00
2019.2	0,93	350.062	703.132,64	353.070,64
2019.3	1	551.376	551.376,00	0,00
2019.4	1	782.826	782.826,00	0,00
2020.1	0,93	173.575	658.458,03	484.883,03
2020.2	1	-820.234	-820.234,00	0,00
2020.3	0,82	-671.788	-83.119,01	588.668,99
2020.4	0,96	-143.166	422.568,34	565.734,34
2021.1	0,79	-214.096	702.525,38	916.621,38
2021.2	0,8	-400.176	541.224,54	941.400,54
2021.3	1	136.338	136.338,00	0,00
2021.4	1	524.934	524.934,00	0,00
2022.1	0,97	70.661	327.831,62	257.170,62
2022.2	1	136.464	136.464,00	0,00
2022.3	1	403.830	403.830,00	0,00
2022.4	1	524.708	524.708,00	0,00
Total		1.752.485	5.860.034,54	4.107.549,54

Fonte: elaboração própria

A Azul conseguiria mais que triplicar sua margem EBITDA caso tivesse sido eficiente em todos os períodos.

Tabela 6 - Gol: EBITDA Realizada VS EBITDA a partir dos Targets (milhares de R\$)

Trimestre	Eficiência	EBITDA Realizado	EBITDA Eficiente	Diferença
2019.1	1	505.600	505.600,00	0,00
2019.2	0,95	318.800	737.359,20	418.559,20
2019.3	1	613.000	613.000,00	0,00
2019.4	1	694.800	694.800,00	0,00
2020.1	1	1.025.400	1.639.300,00	613.900,00
2020.2	0,72	-897.600	621.510,76	1.519.110,76
2020.3	0,79	-760.400	579.239,53	1.339.639,53
2020.4	0,89	-318.700	679.161,02	997.861,02
2021.1	0,84	-522.500	435.941,99	958.441,99
2021.2	0,74	-810.400	621.516,15	1.431.916,15
2021.3	0,84	-752.600	646.660,00	1.399.260,00
2021.4	0,94	-1.749.400	651.425,69	2.400.825,69
2022.1	0,94	77.200	644.242,27	567.042,27
2022.2	0,92	-191.800	341.509,21	533.309,21
2022.3	1	40.800	40.800,00	0,00
2022.4	1	631.100	631.100,00	0,00
Total		-2.096.700	10.083.165,82	12.179.865,82

Fonte: elaboração própria

A Gol conseguiria reverter sua margem EBITDA negativa no período e gerar mais margem em valores absolutos do que a Azul caso tivesse sido eficiente em todos os períodos.

Tabela 7 - Latam: EBITDA Realizada VS EBITDA a partir dos Targets (milhares de R\$)

Trimestre	Eficiência	EBITDA Realizado	EBITDA Eficiente	Diferença
2019.1	1	309.419	1.117.181,88	807.763,08
2019.2	0,93	157.617	1.161.836,51	1.004.219,71

2019.3	1	1.066.902	1.066.901,00	-0,50
2019.4	1	1.441.932	1.441.934,00	2,30
2020.1	1	428.386	428.386,00	0,00
2020.2	1	-3.741.411	-3.741.411,00	-0,40
2020.3	1	-3.035.964	-3.035.965,00	-1,00
2020.4	1	-2.705.223	-2.705.223,00	0,20
2021.1	1	-1.950.383	-1.950.385,00	-1,90
2021.2	0,96	-1.892.530	-1.093.787,89	798.742,41
2021.3	1	-2.505.381	-2.505.380,99	-0,49
2021.4	1	410.132	410.132,00	0,40
2022.1	1	-722.458	-722.458,00	-0,10
2022.2	1	-916.170	-916.170,00	-0,30
2022.3	1	331.122	331.121,00	-0,60
2022.4	1	734.300	734.301,00	0,90
Total		-12.589.711	-9.978.987,49	2.610.723,71

Fonte: elaboração própria

Caso tivesse sido eficiente em todos os períodos a Latam continuaria com prejuízo no EBITDA, mas ele seria amenizado.

4.2 2ª Abordagem: Dados Operacionais (RPK e ASK)

Nos resultados a seguir, cada unidade produtiva (DMU) é referente a uma ponte aérea de um trimestre de uma empresa. No período de 2019 a 2022, existem 16 trimestres, temos 3 empresas no estudo com 36 pontes aéreas, portanto existem 1728 DMUs no total. Diferentemente da primeira abordagem, que refletia o desempenho financeiro das empresas como um todo, levando em consideração apenas as contas operacionais necessárias para calcular o lucro operacional ou EBITDA, essa abordagem reflete apenas o desempenho operacional das empresas nos serviços prestados no Brasil.

Para determinar a eficiência média das mesmas 48 DMUs usadas na primeira abordagem e poder compará-las, foi calculada a média ponderada utilizando as 36 pontes aéreas para cada trimestre e empresa, ponderando pela oferta total de ASK. Fazendo a ponderação dessa forma, é possível amenizar os efeitos dos outliers na média, dando mais

importância às pontes aéreas com muita oferta, e diminuindo a relevância das que possuem menos oferta.

Tabela 8- Eficiência média por ano e empresa ponderada pelos ASK's

Trimestre	AZUL	GOL	LATAM
2019.1	0,79	0,81	0,83
2019.2	0,83	0,82	0,83
2019.3	0,84	0,82	0,84
2019.4	0,85	0,80	0,85
2020.1	0,82	0,79	0,81
2020.2	0,72	0,79	0,58
2020.3	0,78	0,79	0,70
2020.4	0,78	0,80	0,73
2021.1	0,77	0,79	0,67
2021.2	0,76	0,84	0,70
2021.3	0,80	0,81	0,80
2021.4	0,82	0,82	0,84
2022.1	0,80	0,80	0,80
2022.2	0,79	0,76	0,78
2022.3	0,81	0,80	0,82
2022.4	0,78	0,80	0,80
Média	0,80	0,80	0,77

Fonte: elaboração própria

Na Tabela 8 acima, temos a eficiência média por ano e empresa, obtida a partir dos valores de eficiência de cada uma das 36 possibilidades de ponte aérea, ponderados pelos ASKs ofertados. A partir dos resultados da pesquisa, pode-se afirmar que, em relação aos dados operacionais escolhidos, a Gol e a Azul tiveram uma eficiência semelhante no período de 2019 a 2022, e superior à eficiência da Latam no mesmo período.

Eficiência histórica por empresa (Dados operacionais)

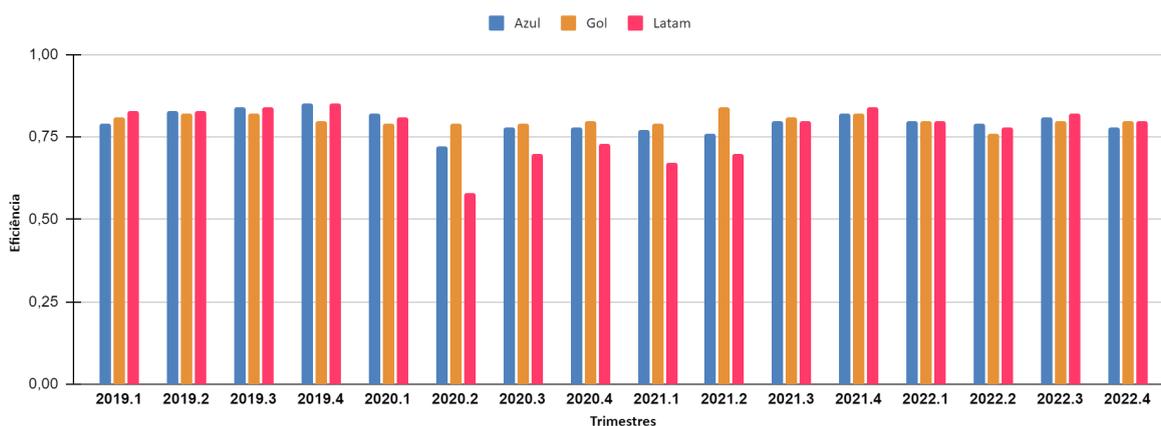


Gráfico 6 - Eficiência histórica por empresa (Dados operacionais) **Fonte:** elaboração própria

No Gráfico 6 acima, que demonstra a eficiência das empresas em uma série histórica, fica nítido o impacto da crise do COVID-19 e do lockdown nas operações das empresas a partir do segundo trimestre de 2020. Destaque para o comportamento inverso encontrado em relação a eficiência calculada pela 1ª abordagem na Latam e na Gol: a Gol foi a empresa que mais sentiu os impactos da pandemia em seu indicador de eficiência na 1ª abordagem, já na 2ª, ela se mostrou a mais estável durante todo o período em análise. Já a Latam, que praticamente não sentiu os impactos da pandemia na 1ª abordagem, na 2ª foi a que mais sentiu e também a que mais demorou a se recuperar porque só atingiu o mesmo patamar de eficiência que o primeiro trimestre de 2020 novamente no terceiro trimestre de 2021.

Tabela 9 - Eficiência média por ponte aérea e empresa ponderada pelos ASK's

Pontes aéreas	AZUL	GOL	LATAM
CENTRO-OESTE-CENTRO-OESTE	0,71	0,81	0,78
CENTRO-OESTE-INTERNACIONAL	0,58	0,78	0,80
CENTRO-OESTE-NORDESTE	0,81	0,82	0,80
CENTRO-OESTE-NORTE	0,77	0,79	0,75
CENTRO-OESTE-SUDESTE	0,79	0,77	0,79
CENTRO-OESTE-SUL	0,81	0,82	0,81
INTERNACIONAL-CENTRO-OESTE	0,60	0,78	0,83
INTERNACIONAL-INTERNACIONAL	0,59	0,76	0,68
INTERNACIONAL-NORDESTE	0,79	0,73	0,82

INTERNACIONAL-NORTE	0,70	0,64	0,66
INTERNACIONAL-SUDESTE	0,81	0,76	0,79
INTERNACIONAL-SUL	0,82	0,74	0,86
NORDESTE-CENTRO-OESTE	0,78	0,82	0,81
NORDESTE-INTERNACIONAL	0,80	0,69	0,83
NORDESTE-NORDESTE	0,77	0,78	0,77
NORDESTE-NORTE	0,76	0,80	0,78
NORDESTE-SUDESTE	0,83	0,84	0,83
NORDESTE-SUL	0,81	0,80	0,78
NORTE-CENTRO-OESTE	0,79	0,83	0,82
NORTE-INTERNACIONAL	0,73	0,66	0,65
NORTE-NORDESTE	0,78	0,81	0,78
NORTE-NORTE	0,75	0,70	0,76
NORTE-SUDESTE	0,85	0,84	0,82
NORTE-SUL	0,82	0,43	0,96
SUDESTE-CENTRO-OESTE	0,78	0,77	0,77
SUDESTE-INTERNACIONAL	0,83	0,77	0,82
SUDESTE-NORDESTE	0,83	0,84	0,82
SUDESTE-NORTE	0,79	0,81	0,79
SUDESTE-SUDESTE	0,76	0,73	0,75
SUDESTE-SUL	0,80	0,78	0,79
SUL-CENTRO-OESTE	0,78	0,83	0,79
SUL-INTERNACIONAL	0,81	0,74	0,77
SUL-NORDESTE	0,81	0,81	0,82
SUL-NORTE	1,00	0,78	0,09
SUL-SUDESTE	0,80	0,78	0,79
SUL-SUL	0,75	0,75	0,72

Fonte: elaboração própria

A Tabela 9 acima identifica qual a eficiência média por ponte aérea e empresa durante todo o período de análise, ponderada pelos ASKs ofertados. Analisando a tabela, os gestores

das empresas de aviação podem entender, em relação à competitividade atual do setor, quais são as pontes aéreas que estão mais eficientes ou menos eficientes para tomar consciência dos pontos de melhoria.

Tabela 10 - Resumo estatístico gerado pelo R

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
0,0000002	0,7445923	0,8014218	0,7887357	0,8680551	1,00

Fonte: elaboração própria

A Tabela 10 apresenta um resumo estatístico dos resultados dessa abordagem. As empresas Gol e Azul apresentaram uma eficiência média ponderada por ASK muito semelhante a mediana e pouco acima da média da amostra, e Latam apresentou um valor pouco abaixo da média.

4.3 Correlação entre eficiências de diferentes abordagens

Com os resultados da pesquisa, foram feitos 3 testes de correlação de Pearson, um para cada empresa, onde foi testada a correlação da eficiência calculada pelos dados operacionais (2ª abordagem) em relação a eficiência calculada pelas contas operacionais da DRE (1ª abordagem), onde os variáveis financeiras da DRE seriam dependentes das variáveis operacionais, o que está demonstrado na Tabela 11 a seguir.

Tabela 11 - Correlação de Pearson por empresa

AZUL	GOL	LATAM
0,28	-0,06	-0,07

Fonte: elaboração própria

Não foram encontradas correlações moderadas e fortes, apenas fracas, porém a Azul apresentou um comportamento diferente das outras empresas, mostrando uma correlação diretamente proporcional e com maior peso.

CONCLUSÃO

A pesquisa realizada para calcular os índices de eficiência das 3 principais empresas de aviação civil atuantes no Brasil, através do método WDEA, revelou resultados significativos. A análise demonstrou que, no período de 2019 a 2022, na abordagem de contas operacionais da DRE, foi possível identificar a Gol como a empresa mais ineficiente e a Latam como a mais eficiente em média. Pontua-se, em relação a isso, que a similaridade entre as médias e faltas de outliers nos resultados, mostram que as empresas se comportam de forma semelhante, e que mesmo a Gol sendo a empresa mais ineficiente no período em média, ela não apresenta uma média muito abaixo das outras duas empresas.

Com relação ao período da pandemia de Covid 19, variável entre os diferentes Estados da Federação, nota-se que principalmente a Gol teve sua eficiência afetada a partir do segundo trimestre de 2020. A Azul sentiu os impactos de forma mais amena e teve uma recuperação bem mais rápida que a Gol, já a Latam praticamente não sentiu os efeitos da crise em sua eficiência referente às contas operacionais da DRE.

No que tange à análise quanto ao que poderia ter sido a margem EBITDA ou lucro operacional, caso as empresas tivessem se mantido eficientes em todo o período de 2019 a 2022, obteve-se que a Azul conseguiria mais que triplicar sua margem, a Gol conseguiria reverter sua margem EBITDA negativa no período e gerar mais margem em valores absolutos do que a Azul caso tivesse sido eficiente em todos os períodos e a Latam continuaria com prejuízo no EBITDA, mas ele seria amenizado.

Nas análises feitas sob a abordagem das ASKs, foi possível perceber que, em relação aos dados operacionais escolhidos, a Gol e a Azul tiveram uma eficiência semelhante no período de 2019 a 2022, e superior à eficiência da Latam no mesmo período. Verificando-se a série histórica, foi marcante o impacto da pandemia da Covid 19 nas operações das empresas a partir do segundo trimestre de 2020.

Analisando-se o conjunto das duas abordagens estudadas, observamos que o comportamento inverso encontrado em relação a eficiência calculada pela 1ª abordagem nas Latam e na Gol: a Gol foi a empresa que mais sentiu os impactos da pandemia em seu indicador de eficiência na 1ª abordagem, já na 2ª, ela se mostrou a mais estável durante todo o período em análise. A Latam, que praticamente não sentiu os impactos da pandemia na 1ª abordagem, na 2ª foi a que mais sentiu e também a que mais demorou a se recuperar porque só foi atingir o mesmo patamar de eficiência que o primeiro trimestre de 2020 novamente no terceiro trimestre de 2021.

Os estudos também geraram informações que podem subsidiar os gestores quanto à eficiência média por ponte aérea e empresa durante todo o período de análise, ponderada pelos ASKs ofertados. Assim, ao analisar a Tabela 6, os gestores das empresas de aviação podem entender, em relação à competitividade atual do setor, quais são as pontes aéreas que estão mais eficientes ou menos eficientes para tomar consciência dos pontos de melhoria.

Os indicadores de eficiência obtidos na pesquisa, portanto, foram capazes de apresentar a mensuração da capacidade de melhorias para a maximização da mesma, pois indicam, a partir de uma referência de mercado, o quê e por quanto está ineficiente. Isso favorece a busca por estratégias que minimizem ou reduzam os insumos, ao mesmo tempo em que se busca aumentar a produção.

Contudo, é imperativo destacar a necessidade de cautela ao interpretar e utilizar os resultados encontrados. Conforme alertado por Rosano-Peña e Daher (2015), as ferramentas utilizadas, incluindo o método DEA, podem conter discrepâncias nos cálculos da base de dados. Os resultados estão intrinsecamente ligados às unidades examinadas, às variáveis de entrada e saída empregadas no estudo, bem como à suposição de que todos os outros fatores permanecem constantes. Portanto, a adição ou remoção de unidades e variáveis pode influenciar significativamente as conclusões e os resultados finais. Dessa forma, é crucial prestar total atenção e realizar verificações rigorosas no programa "R" utilizado na análise. Caso necessário, correções devem ser feitas para garantir a precisão dos dados e, por consequência, a confiabilidade dos gráficos e mapas gerados. Essa abordagem metodológica cuidadosa assegura que os resultados obtidos possam ser utilizados de maneira consistente, contribuindo para o entendimento da eficiência das empresas aéreas que operam no Brasil (ROSANO-PEÑA e DAHER, 2015).

Na medida que o presente trabalho demonstrou uma forma de identificar as pontes aéreas ineficientes, assim como as contas de despesas operacionais que estão acima do benchmarking de mercado, ressalta-se a importância da prática de decisões baseadas em dados nas organizações porque, cada vez mais, as decisões corporativas precisam ser tanto assertivas, quanto rápidas. Nesse sentido, o uso de metodologias quantitativas como a DEA aliada a um programa como o R para análise de dados mostrou-se eficaz. A capacidade de gerar insights e identificar pontos de melhoria de forma assertiva e rápida, principalmente em bases de dados mais densas é ampliada significativamente.

Caso fosse o objetivo desse estudo, seria possível aprofundar e expandir a análise para agrupamentos de dados mais específicos e também filtrar os dados de apenas uma empresa, ou apenas 1 ano, para assim conseguir entender os motivos que uma ponte aérea específica

ficou com o indicador de eficiência pouco competitivo e assim poder tomar as decisões estratégicas mais assertivamente, em prol de aumentar a eficiência. Análises mais aprofundadas também poderiam ajudar trazendo mais compreensão sobre os períodos eficientes, para identificar as boas práticas e tentar replicá-las em outras unidades produtivas.

Para pesquisas futuras, o presente estudo deixa a lacuna de especificar mais ainda as pontes aéreas, por trabalhar apenas com regiões e voos internacionais. O mesmo cálculo de eficiência pode ser realizado utilizando, em vez de regiões, aeroportos ou estados.

REFERÊNCIAS

FATOS e números. **Air Transport Action Group - ATAG**, 2023. Disponível em <https://atag.org/facts-figures>. Acesso em 15 dez 2023.

FRUSTRAÇÕES entre as nações. **Cirium Aviation Analytics**, 2022. Disponível em <https://www.cirium.com/thoughtcloud/cirium-aviation-analytics-on-the-fly-frustrations-among-nations/>. Acesso em 15 dez 2023.

FERREIRA, J.C. **Um breve histórico da aviação comercial brasileira**. Anais do XII Congresso Brasileiro de História Econômica. Niterói, 2017.

EFICIÊNCIA. In **Michaelis, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Editora Melhoramentos, 2023. Disponível em <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/efici%C3%Aancia/>. Acesso em 15 dez 2023.

GLOSSÁRIO. **Associação Brasileira das Empresas Aéreas. - ABEAR**, 2019. Disponível em <https://www.abear.com.br/imprensa/dados-e-fatos/glossario/>. Acesso em 15 dez 2023.

PEYKANI, Pejman; SAEN, Reza Farzipoor; ESMAEILI, Fatemeh Sadat Seyed; GHEIDAR-KHELJANI, Jafar. Window Data Envelopment Analysis Approach: A Review and Bibliometric Analysis. *Expert Systems*, 38(7). 2021. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Pejman-Peykani/publication/351064756_Window_Data_Envelopment_Analysis_Approach_A_Review_and_Bibliometric_Analysis/links/61c30.839abcb1b520ad6d260/Window-Data-Envelopment-Analysis-Approach-A-Review-and-Bibliometric-Analysis.pdf. Acesso em 15 dez. 2023.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BANKER, R.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, [S. l.], v. 30, n. 9, p. 1078-92, set. 1984.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, [S. l.], v. 2, n. 6, p. 429-44, nov. 1978.

BETTINI, Humberto Filipe de Andrade Januário;, OLIVEIRA, Alessandro Vinícius Marques Condicionantes Macroeconômicos e Regulatórios da Determinação da Capacidade Produtiva: Estudo de Caso do Setor Aéreo. *Est. Econ.*, v. 39, n. 1, P. 161-183. São Paulo, 2009. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ee/a/QYCOKGPmqVrym74767R8Z3P/>. Acesso em 15 dez. 2023.

ASSAF NETO, Alexandre. *Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico financeiro*. 7ª ed. São Paulo. Atlas, 2002.

ASSAF NETO, Alexandre: *Finanças Corporativas e valor*. 4 Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

O QUE são Dados? Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica. UNICAMP. . Disponível em:

<<https://www.ime.unicamp.br/~hildete/dados.pdf>>. Acesso em: 22 de agosto de 2022.

ANÁLISE de dados nos negócios: um passeio pela história. Itforum, 2017. Disponível em:

<<https://itforum.com.br/noticias/analise-de-dados-nos-negocios-um-passeio-pela-historia/>>. Acesso em: 22 de agosto de 2022.

CREPALDE, Gustavo Henrique de Souza. *A análise e o uso de Big Data nas atividades mineiras. Estudo de caso: processamento mineral de uma mina de ouro na Austrália*. Ouro Preto, 2017. Disponível em:

<https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/813/1/MONOGRRAFIA_An%C3%A1liseUsoBig.pdf>. Acesso em: 22 de agosto de 2022.

COELHO, Antonio Carlos; LIMA, Iran Siqueira. Funções Informacionais de Apropriações Contábeis pelo Regime de competência. BASE - Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos. 5(2): 120-130, 2008. Disponível em <https://www.redalyc.org/pdf/3372/337228635005.pdf>. Acesso em 19 de setembro de 2022.

LIZ, Patrícia. A importância da administração financeira da empresa. 2009.

Disponível em:

<<http://www2.rj.sebrae.com.br/boletim/a-importancia-da-administracao-financeira-da-empresa/>>. Acesso em: 28 ago. 2015

SÁ, Carlos Alexandre. Fluxo de caixa. A visão da Tesouraria e da Controladoria. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TOMADA de decisões impulsionadas por dados: tenha sucesso na era digital.

Tableau, 2022. Disponível em:

<<https://www.tableau.com/pt-br/learn/articles/data-driven-decision-making>>. Acesso em 24 de agosto de 2022.

TOME nota: 2,5 quintilhões de bytes são criados todos os dias. **Itforum**, 2015.

Disponível em:

<https://itforum.com.br/noticias/neoway-traz-estudantes-de-mba-para-projetos-de-curta-duracao-para-agregar-valor-a-projetos/>>. Acesso em 22 de agosto de 2022.

POVOA, A. Valuation: Como Precificar Ações. 2ed. Campus, 2012.

STEPHEN, A. Ross; RANDOLPH, W. Westerfield; JEFFREY, F. Jefferson.

Administração Financeira. Atlas. São Paulo, 2002.

ROSANO-PEÑA, C., & DAHERr, C. E. The Impact of Environmental Regulation and Some Strategies for Improving the Eco-Efficiency of Brazilian Agriculture. In Decision Models in Engineering and Management Springer, Cham. 2015.