

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Ana Carolina Vinhas Mioni Rodrigues

**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE
AEROPORTOS BRASILEIROS**

Trabalho de Graduação
2025

**Curso de Engenharia
Civil-Aeronáutica**

Ana Carolina Vinhas Mioni Rodrigues

**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE
AEROPORTOS BRASILEIROS**

Orientadora

Prof. Dr. Giovanna Ronzani Borille (ITA)

ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

**SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Divisão de Informação e Documentação

Rodrigues, Ana Carolina Vinhas Mioni
Índice de Sustentabilidade de Aeroportos Brasileiros / Ana Carolina Vinhas Mioni Rodrigues.
São José dos Campos, 2025.
52f.

Trabalho de Graduação – Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica– Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2025. Orientadora: Prof. Dr. Giovanna Ronzani Borille.

1. Índice. 2. Sustentabilidade. 3. Aeroporto. I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Índice de Sustentabilidade de Aeroportos Brasileiros.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RODRIGUES, Ana Carolina Vinhas Mioni. **Índice de Sustentabilidade de Aeroportos Brasileiros**. 2025. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DA AUTORA: Ana Carolina Vinhas Mioni Rodrigues

TÍTULO DO TRABALHO: Índice de Sustentabilidade de Aeroportos Brasileiros.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) / 2025

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho de graduação pode ser reproduzida sem a autorização da autora.

Ana Carolina Vinhas Mioni Rodrigues
Rua H8A, Ap. 104
12.228-460 – São José dos Campos–SP

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE AEROPORTOS BRASILEIROS

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação

Ana Carolina Vinhas Mioni Rodrigues

Autora

Giovanna Ronzani Borille (ITA)

Orientadora

São José dos Campos, 13 de novembro de 2025.

Aos meus pais, que me ensinaram a importância do estudo e me incentivaram a seguir este sonho!

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as oportunidades que Ele me deu e que tornaram este momento possível.

Aos meus pais, por terem me ensinado desde cedo o valor do estudo. Obrigada por me apoiarem sempre e por serem o meu maior exemplo em todos os sentidos! Ao meu irmão, Rafael, que foi o primeiro a me incentivar a vir para o ITA, que esteve literalmente ao meu lado durante o cursinho, mas junto comigo em toda a graduação. À minha irmã, Isabela, por ter sido a personificação da família e o meu suporte em São José dos Campos nestes últimos anos.

Ao meu namorado, Leonardo, por ter estado ao meu lado durante toda a graduação, desde os momentos mais felizes aos mais desafiadores, sempre com muito carinho e amor.

Aos amigos que fiz antes do ITA, Isabela, Luiza e Savino: muito obrigada por esses anos de amizade! Fico muito feliz em ver o quanto crescemos desde que nos conhecemos e estou animada para o que o futuro nos reserva.

Aos meus amigos do ITA, que me proporcionaram as melhores memórias da graduação! Luigi, Felipe, Aluísio, João Pedro Vieira, Henrique Campos, Lucas Balen, Pedro Ramos, João Pedro Alves, Victor Hugo, Stéphanie, Hermiro e a tantos outros: muito obrigada por dividirem essa jornada incrível comigo!

Um agradecimento especial aos amigos de Casd. Ao meu vice, João Vitor, por ter topado o desafio da presidência comigo e ter sido a melhor dupla que eu poderia escolher. Aos meus veteranos, Caio e Jhonny, pelos ótimos conselhos e ombros para desabafar. E aos meus membros e afilhados, Brenda, Fabiano, Henry e Mario, pela oportunidade incrível de conviver e aprender com vocês! Contem sempre comigo!

Por fim, a todos os meus professores, não só do ITA, mas de todas as escolas pelas quais passei, por terem incentivado meu gosto pelo conhecimento. Em especial à professora Giovanna Ronzani, pela orientação deste trabalho e por ministrar a melhor matéria da Civil, e ao professor Igor Amatte, por ter me dado meu primeiro livro para estudar para o ITA e por ter acendido essa chama.

*“Se enxerguei mais longe,
foi por me apoiar em ombros de gigantes.”*

— SIR ISAAC NEWTON

Resumo

A crescente demanda por responsabilidade ambiental e social no mundo impõe ao setor aeronáutico e aeroportuário a necessidade de métricas objetivas de sustentabilidade. No Brasil, o Programa Aeroportos Sustentáveis da Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC, 2025b) configura-se como um instrumento de incentivo de caráter não regulatório, com o propósito de acompanhar o desenvolvimento da gestão ambiental em aeroportos brasileiros. A adesão ao programa é voluntária e a forma de submissão de dados é autodeclaratória. Por esse motivo, são geradas lacunas na padronização e na quantificação do desempenho sustentável dos aeroportos no país. Assim, este trabalho propôs um Índice de Sustentabilidade de Aeroportos para mitigar essa lacuna, oferecendo uma ferramenta padronizada para a avaliação do setor aéreo, em termos de mensuração de resultados de forma quantitativa e avaliando o planejamento de longo prazo. A metodologia adotada foca na criação de dois índices complementares: o IS-Operação (IS-Op), voltado para o desempenho dos aeroportos em funcionamento, e o IS-Planejamento (IS-Plan), que aborda o impacto de longo prazo relacionado à escolha do sítio aeroportuário e à fase de concepção do projeto. Os índices foram construídos por meio da simplificação dos critérios usados no Programa Aeroportos Sustentáveis e da definição de indicadores quantitativos, ponderados priorizando a mensuração de resultados em detrimento de processos. Observa-se que o Índice de Sustentabilidade de Aeroportos Brasileiros representa um primeiro passo para a consolidação de uma análise quantitativa no Brasil, mas sugere-se, para trabalhos futuros, a expansão do número de indicadores e a revisão dos pesos mediante métodos de otimização para aumentar a robustez do modelo.

Abstract

The growing global demand for environmental and social responsibility compels the aeronautical and airport sector to adopt objective sustainability metrics. In Brazil, the Sustainable Airports Program, led by the National Civil Aviation Agency (ANAC, 2025b), serves as an incentive-based, non-regulatory instrument aimed at monitoring the development of environmental management in Brazilian airports. However, due to its voluntary nature and self-declared data submission, gaps are generated in the standardization and quantification of the sustainable performance of the country's airports. To mitigate this gap, this study proposed an Airport Sustainability Index, offering a standardized tool for assessing the air transport sector, with a focus on quantitative results measurement and long-term planning evaluation. The adopted methodology centered on the creation of two complementary indices: the IS-Operation (IS-Op), focused on the performance of operational airports, and the IS-Planning (IS-Plan), which addresses the long-term impact related to airport site selection and the project design phase. The indices were constructed by simplifying the criteria used in the Sustainable Airports Program and defining quantitative indicators, weighted to prioritize the measurement of results over processes. It is concluded that the Brazilian Airport Sustainability Index represents a crucial first step towards consolidating a quantitative analysis framework in Brazil, although future work suggests expanding the number of indicators and revising the weights through optimization methods to enhance the model's robustness.

Lista de Figuras

FIGURA 1.1 – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.	13
FIGURA 2.1 – Número de publicações acadêmicas sobre sustentabilidade no Ecosistema Aeroportuário ao longo dos anos.	18
FIGURA 2.2 – Fase qualitativa de avaliação do ISE B3.	22
FIGURA 3.1 – Fluxograma metodológico do estudo.	27
FIGURA 3.2 – Análise SWOT do Cenário Brasileiro a respeito de sustentabilidade no setor aeronáutico e aeroportuário.	28
FIGURA 3.3 – Comparação entre os critérios das edições de 2023 e 2025.	29
FIGURA 3.4 – Quantidade de critérios exigidos para cada classe.	30
FIGURA 4.1 – Definição dos indicadores a partir dos critérios do Programa de Aeroportos Sustentáveis.	37

Lista de Tabelas

TABELA 2.1 – Objetivos Estratégicos e Indicadores de Sucesso do Plano de Ação Ambiental da ANAC (2025–2027)	24
TABELA 3.1 – Critérios do Eixo AS Sociedade	30
TABELA 3.2 – Critérios do Eixo AS Insumos	31
TABELA 3.3 – Critérios do Eixo AS Externalidades	32
TABELA 3.4 – Ponderação e Justificativa dos Pesos Atribuídos aos Indicadores	35
TABELA 4.1 – Critérios, Indicadores e Fontes para o Índice de Sustentabilidade de Operações Aeroportuárias (IS-Op)	38
TABELA 4.2 – Critérios, Indicadores e Fontes para o Índice de Sustentabilidade de Planejamento Aeroportuário (IS-Plan)	42

Lista de Abreviaturas e Siglas

ACA	<i>Airport Carbon Accreditation</i>
ACI	<i>Airports Council International</i>
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CO ₂	Dióxido de Carbono
CORSIA	<i>Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation</i>
ESG	<i>Environmental, Social, and Governance</i>
GEE	Gases do Efeito Estufa
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
ICAO	Organização da Aviação Civil Internacional
ISA	<i>Sustainability Index for Airports</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IS-Op	Índice de Sustentabilidade de Operações Aeroportuárias
IS-Plan	Índice de Sustentabilidade de Planejamento Aeroportuário
ISE B3	Índice de Sustentabilidade Empresarial (B3)
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LCA	Avaliação de Ciclo de Vida
LCAF	<i>Lower Carbon Aviation Fuels</i>
LTO	<i>Landing and Take-Off</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
SAF	Combustível Sustentável de Aviação

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Diagnóstico do Cenário Brasileiro	14
1.2	Objetivo	15
1.3	Estrutura do trabalho	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	Panorama Acadêmico	17
2.2	<i>Benchmarking</i> Internacional: ESG no setor aeroportuário	20
2.3	<i>Benchmarking</i> Nacional: Índice de Sustentabilidade Empresarial	21
2.4	Programas de Sustentabilidade da ANAC	22
2.4.1	Plano de Ação Ambiental	23
2.4.2	Programa Aeroportos Sustentáveis	24
3	METODOLOGIA	27
3.1	Definição do escopo	27
3.2	Critérios e Indicadores	29
3.3	Formatos e Pesos da Pontuação	34
4	MODELO PROPOSTO	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	ANEXO A – DECLARAÇÃO DO USO DE IA GENERATIVA	51

1 Introdução

A sustentabilidade, definida como o "desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades"(Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991), tornou-se, nas últimas décadas, um dos principais pilares do planejamento estratégico global. Esse destaque decorre da crescente preocupação com os impactos ambientais, sociais e econômicos das atividades humanas sobre o planeta. Nesse contexto, em 2015, o conceito de sustentabilidade foi consolidado com a criação dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) pela Organização das Nações Unidas (ONU), apresentado na Figura 1.1. Nessa ocasião, 193 líderes mundiais comprometeram-se com 17 metas globais voltadas a três grandes propósitos: erradicar a pobreza extrema, combater a desigualdade e a injustiça, e conter as mudanças climáticas, a serem alcançados até 2030. (Nações Unidas, 2025)



FIGURA 1.1 – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Com o intuito de traduzir esses compromissos globais para o contexto corporativo, surgiu o termo ESG (*Environmental, Social and Governance*) (Brasil, P. G. .- R., 2025),

que representa a integração de fatores ambientais, sociais e de governança nas estratégias e na gestão das organizações. O pilar *Environmental* (ambiental) abrange práticas voltadas à redução dos impactos ecológicos; o pilar *Social* refere-se à responsabilidade social e às relações com a comunidade; e o pilar *Governance* (governança) compreende os mecanismos de administração, supervisão e transparência corporativa.

Nos últimos anos, a sustentabilidade no setor aeronáutico e aeroespacial tem ganhado destaque, uma vez que as emissões de CO₂ provenientes da aviação aumentaram cerca de 80% entre 2005 e 2019, com potencial de triplicar até 2050, segundo a Organização Internacional da Aviação Civil (ICAO) (Organization, 2025). Contudo, embora os impactos operacionais da aviação sejam críticos, a literatura especializada em Avaliação de Ciclo de Vida e Planejamento Aeroportuário adverte que uma parcela significativa do impacto socioambiental é definida muito antes do início das operações. A fase de planejamento e escolha do sítio aeroportuário define impactos de longo prazo, como o padrão de acesso terrestre, que frequentemente excedem as emissões operacionais diretas (Givoni; Banister, 2017). Além disso, a escolha do sítio define impactos irreversíveis no uso do solo, na biodiversidade local e na exposição das comunidades à poluição sonora (Mestre; Oliveira; Mello, 2015). Como a maioria das métricas de sustentabilidade atuais foca na eficiência da operação, elas falham em capturar as consequências da decisão de planejamento e escolha dos sítios aeroportuários.

1.1 Diagnóstico do Cenário Brasileiro

No contexto aeronáutico e aeroportuário, o Brasil se consolida como uma das maiores potências mundiais do setor, apresentando o terceiro maior sistema de aviação civil do mundo (Commerce, 2023). Esse sistema abrange:

- A segunda maior frota de aviação geral;
- A terceira maior frota de aviões executivos;
- A segunda maior rede de aeroportos.

No que se refere à sustentabilidade, o país destaca-se pelo elevado uso de fontes renováveis de energia, que representam cerca de 88% da matriz elétrica nacional (Pesquisa Energética, 2023), e pelo expressivo potencial de produção de Combustíveis Sustentáveis para Aviação (SAF - *Sustainable Aviation Fuel*). Além de possuir um histórico consolidado na produção e no uso de etanol de cana-de-açúcar e biodiesel, o Brasil instituiu, por meio da Lei do Combustível do Futuro, metas obrigatórias para a utilização de SAF na aviação civil nos próximos anos: 1% até 2027 e 10% até 2037 (Brasil, 2024).

Diante desse panorama, o Brasil apresenta condições favoráveis para o avanço da sustentabilidade aeroportuária. A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) tem exercido um papel de liderança regulatória essencial nesse processo, por meio de iniciativas estratégicas como o Plano de Ação Ambiental e o Programa de Aeroportos Sustentáveis.

O Plano de Ação Ambiental é um documento institucional que define metas e ações estratégicas voltadas à promoção da sustentabilidade ambiental da aviação civil brasileira no triênio 2025–2027 (ANAC, 2025a) . Entre seus principais objetivos, destacam-se:

- Reduzir as emissões do setor de aviação e alinhar o Brasil às metas climáticas internacionais;
- Fortalecer o uso de combustíveis sustentáveis (SAF);
- Incentivar práticas sustentáveis em aeroportos;
- Ampliar a transparência ambiental do setor;
- Promover a resiliência climática da infraestrutura aeroportuária.

Por sua vez, o Programa de Aeroportos Sustentáveis (ANAC, 2025b) configura-se como um instrumento de incentivo de caráter não regulatório, criado em 2019, com o propósito de acompanhar o desenvolvimento da gestão ambiental em aeroportos brasileiros. A adesão ao programa é voluntária e as informações submetidas são autodeclaradas pelos operadores e, em sua maioria, de caráter qualitativo.

É importante destacar que a demanda por sustentabilidade no setor aeronáutico e aeroportuário é impulsionada principalmente por *stakeholders* financeiros (investidores) e regulatórios, e não pelo consumidor final (passageiro), uma vez o passageiro tende a não considerar a performance de sustentabilidade da infraestrutura na compra de uma passagem aérea. Nesse sentido, a natureza voluntária e autodeclaratória do Programa se torna uma fragilidade e a liderança regulatória, indispensável. Portanto, este estudo tem como motivação principal contribuir para a definição de indicadores e critérios padronizados que auxiliem na mensuração objetiva da sustentabilidade no setor, fortalecendo a gestão ambiental e o alinhamento com as tendências internacionais.

1.2 Objetivo

O objetivo deste estudo é propor um Índice de Sustentabilidade Aeroportuário (ISA) para aeroportos brasileiros, que permita identificar lacunas, sugerir metas e apoiar o aprimoramento contínuo das práticas ambientais, sociais e de governança (ESG) no setor

aeroportuário. Busca-se, assim, preencher uma lacuna existente na literatura ao desenvolver um instrumento voltado especificamente à mensuração da sustentabilidade em aeroportos nacionais, em complemento às iniciativas de regulamentação já conduzidas pela Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC.

Para alcançar o objetivo geral, este estudo estabelece os seguintes objetivos específicos:

- Reduzir a subjetividade dos processos de avaliação da sustentabilidade em aeroportos, por meio da reestruturação das métricas atualmente utilizadas pela ANAC, com a adoção de indicadores quantitativos e escalas de avaliação claras;
- Ampliar o escopo de análise dos programas de sustentabilidade aeroportuária, incorporando critérios de natureza social e relacionados ao planejamento da construção do aeroporto, que ainda não são plenamente contemplados nas avaliações existentes;
- Contribuir para a definição de metas graduais e comparáveis, mediante a padronização das fontes de dados e das escalas de mensuração, favorecendo o monitoramento e a comparação entre diferentes aeroportos ao longo do tempo.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, organizados da seguinte forma:

- **Capítulo 1 – Introdução:** apresenta a contextualização sobre o cenário global e nacional de sustentabilidade, com ênfase no setor aeronáutico e aeroportuário. Também expõe a motivação, os objetivos e a estrutura geral do trabalho.
- **Capítulo 2 – Revisão da Literatura:** desenvolve a discussão do referencial teórico que fundamenta o estudo, abrangendo tanto o contexto acadêmico quanto as iniciativas e práticas adotadas no mercado.
- **Capítulo 3 – Metodologia:** descreve a metodologia usada para a elaboração do Índice, detalhando a definição dos indicadores e a forma de aplicação.
- **Capítulo 4 – Modelo Proposto:** apresenta a estrutura do Índice de Sustentabilidade Aeroportuária (ISA).
- **Capítulo 5 – Considerações Finais:** sintetiza as principais conclusões do estudo, além de sugerir recomendações para pesquisas futuras.

2 Revisão da Literatura

A presente Revisão da Literatura tem como objetivo estabelecer o embasamento teórico e o contexto prático que justificam a necessidade e orientam a concepção do Índice de Sustentabilidade de Aeroportos. Para tal, a análise é conduzida de forma progressiva, iniciando o capítulo com um panorama acadêmico, que apresenta a evolução das publicações sobre sustentabilidade no setor aeronáutico e aeroportuário ao longo dos anos, o que permite mapear o amadurecimento das discussões e as lacunas de pesquisa existentes. Em seguida, é realizado um *Benchmarking* Internacional, onde são detalhadas as principais iniciativas que orientam os esforços sustentáveis em aeroportos fora do Brasil, e um *Benchmarking* Nacional, através da análise do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da B3, a fim de analisar a estrutura de avaliação de índices já existentes. Por fim, o capítulo aborda os Programas de Sustentabilidade da ANAC - o Plano de Ação Ambiental e o Programa Aeroportos Sustentáveis -, que representam as principais formas de incentivo nacional à sustentabilidade no setor, identificando possíveis lacunas e oportunidades para o estudo.

2.1 Panorama Acadêmico

A literatura sobre sustentabilidade aeroportuária mostra uma evolução nas últimas décadas. Segundo o artigo "Sustentabilidade no Ecosistema Aeroportuário: Uma Revisão de Literatura" (Raimundo; Baltazar; Cruz, 2023), a análise do panorama acadêmico revela um interesse crescente no tema, que é observado pelo aumento no número de publicações ao longo dos últimos anos. Como apresentado na Figura 2.1, os anos de 2021 e 2022 registraram o maior volume de documentos revisados por pares sobre o assunto.

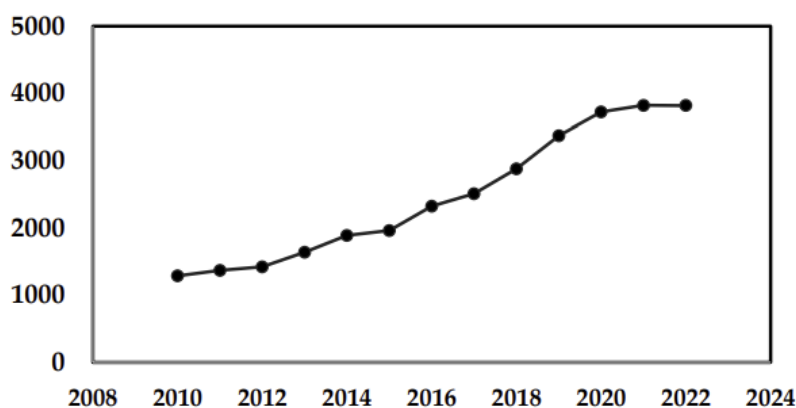


FIGURA 2.1 – Número de publicações acadêmicas sobre sustentabilidade no Ecosistema Aeroportuário ao longo dos anos.

Fonte: Sustentabilidade no Ecosistema Aeroportuário: Uma Revisão de Literatura (Raimundo; Baltazar; Cruz, 2023).

Apesar desse crescimento, o estudo apresenta lacunas significativas que exigem atenção na pesquisa futura. Uma das principais é a necessidade de os estudos considerarem, de forma sistemática, todos os indicadores de sustentabilidade ambiental relevantes. Isso se deve ao fato de que muitos estudos tendem a focar em indicadores específicos, em especial o de emissão de gases de efeito estufa, o que impede uma padronização da análise como um todo. Além disso, os autores destacam a importância de atentar-se para os impactos no ecossistema local, sugerindo que a abordagem atual desconsidera critérios sociais em suas análises. É possível observar esta tendência, por exemplo, em estudos como o de (Carra, 2011), que buscou desenvolver uma metodologia para avaliar o desempenho ambiental dos aeroportos, e, apesar de apresentar 102 indicadores, o índice se restringia a fatores ambientais, não possuindo uma abrangência em relação aos impactos no ecossistema local.

Em seguida, o estudo "Indicadores de Desempenho Ambiental Reportados por Aeroportos: Uma Análise dos Aeroportos Brasileiros" (Santos *et al.*, 2020) teve como objetivo identificar os indicadores de desempenho ambiental reportados pelos aeroportos brasileiros em seus documentos públicos para realizar uma análise comparativa entre eles. O estudo concluiu que os aeroportos brasileiros reportam apenas cerca de 30% dos indicadores da GRI, com lacunas principalmente nos temas de uso, reciclagem e recuperação de materiais, e biodiversidade.

Em 2023, o estudo "*Developing an airport sustainability evaluation index through composite indicator approach*" (Jia; Buyle; Macário, 2023) teve como objetivo principal desenvolver um Índice Composto de Avaliação da Sustentabilidade Aeroportuária (ASCI), preenchendo a lacuna de um índice único e padronizado na literatura. O estudo adotou a abordagem tripla da sustentabilidade, cobrindo as dimensões Econômica, Ambiental e Social. O estudo não se baseou exclusivamente nos indicadores da GRI, mas também

em diretrizes importantes para a indústria, como o *Airport Carbon Accreditation*. A abordagem envolveu três etapas:

1. **Normalização:** a fim de tornar os indicadores comparáveis entre si, os autores definiram uma escala comum de análise, baseada na Padronização pelo Máximo/Mínimo, em que cada aeroporto é comparado com os valores máximo e mínimo observados na amostra ou com um valor de referência ideal.
2. **Ponderação:** como nem todos os indicadores contribuem igualmente para a sustentabilidade, foram definidos os pesos de cada indicador por meio do método *Benefit-of-the-doubt*, visando maximizar o desempenho total de cada aeroporto individualmente.
3. **Agregação:** para que um bom desempenho em uma área não compensasse um desempenho ruim em outra, foi utilizada a abordagem Não Compensatória de Múltiplos Critérios (NCMC), por meio da definição de limites mínimos para os indicadores críticos, de modo que a pontuação final no índice ASCI é restringida ou penalizada caso esses limites não sejam atingidos.

No Brasil, o estudo *Conducting a Critical Evaluation of the Sustainable Performance of Brazilian Airports Engaged in the Sustainable Aerodromes Project* (Nogueira; Meira; Andrade, 2025) teve como objetivo principal realizar uma avaliação crítica do "Projeto Aeródromos Sustentáveis" da ANAC, analisando se ele funciona como uma ferramenta de monitoramento eficaz. O espaço amostral da análise compreendeu os 13 aeroportos brasileiros que participaram simultaneamente das edições de 2020 e 2021 do projeto. O estudo identificou algumas lacunas à metodologia da ANAC, sendo a principal crítica a falta de padronização, pois os critérios específicos de avaliação não foram idênticos entre as edições, o que impede uma comparação justa da progressão dos aeroportos ao longo do tempo. Além disso, a participação no projeto não é obrigatória, o que gera uma lacuna de informação significativa, e o projeto não especifica as pontuações máximas alcançáveis, utilizando uma métrica relativa que apenas compara os aeroportos entre si, em vez de um padrão absoluto.

Em síntese, embora a literatura apresente avanços na aplicação de métodos quantitativos, uma análise crítica revela lacunas que motivam o presente trabalho:

- **Falta de Padronização e Métricas Claras:** A literatura carece de um consenso sobre indicadores-chave. No contexto brasileiro, essa lacuna é observada na metodologia do programa Aeródromos Sustentáveis da ANAC, que se mostra insuficiente como ferramenta de monitoramento eficaz por não possuir critérios padronizados entre as edições e utilizar métricas relativas e qualitativas.

- Negligência da Dimensão Social: A maioria dos estudos foca intensamente em indicadores ambientais, negligenciando a dimensão social da sustentabilidade, como o impacto nas comunidades locais e parâmetros socioeconômicos.

Essas lacunas fundamentam a proposta metodológica deste estudo, que busca desenvolver um índice adaptado à realidade dos aeroportos brasileiros, integrando dimensões ambiental, governamental e social, incluindo tanto uma análise do planejamento e da escolha do sítio aeroportuário, quanto da operação destes aeroportos.

2.2 *Benchmarking* Internacional: ESG no setor aeroportuário

O setor aeroportuário e aeroespacial tem avançado na implementação de práticas ESG, com destaque para três iniciativas internacionais que orientam e certificam os esforços sustentáveis nesse contexto: a Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), o programa Airport Carbon Accreditation (ACA) e a Global Reporting Initiative (GRI).

A ICAO desempenha um papel fundamental na definição de normas e diretrizes para a sustentabilidade ambiental no setor da aviação. Entre suas principais iniciativas, destaca-se o programa CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*), que visa compensar e reduzir as emissões de CO₂ da aviação internacional. A partir de 2024, o CORSIA passou a ser obrigatório para todos os países participantes, com exceção de nações em desenvolvimento com menor impacto no setor (Organization, 2025).

Outra linha estratégica é o incentivo ao uso de *Sustainable Aviation Fuels* (SAF) como alternativa para a redução das emissões de carbono. Neste contexto, a ICAO estabeleceu o *Global Framework for Sustainable Aviation Fuels (SAF), Lower Carbon Aviation Fuels (LCAF) and other Aviation Cleaner Energies*, que inclui uma visão global aspiracional de reduzir as emissões de CO₂ na aviação internacional em 5% até 2030. (ICAO, 2025).

Além disso, a (ICAO, 2008) promove o *Balanced Approach to Aircraft Noise*, uma política internacional que orienta a gestão do ruído em aeroportos de maneira equilibrada, buscando reduzir os impactos acústicos sobre as comunidades vizinhas sem comprometer a operação do aeroporto.

O programa ACA, desenvolvido pelo *Airports Council International* (ACI), é uma iniciativa global que certifica aeroportos em sete níveis de maturidade na gestão de suas emissões de carbono. Esses níveis variam desde a medição da pegada de carbono até a neutralização das emissões diretas de CO₂. O programa já alcançou a marca de mais de 600 aeroportos certificados mundialmente, representando mais de 50% do tráfego aéreo global de passageiros (ACI, 2025).

A GRI é uma organização internacional independente que desenvolve padrões para relatórios de sustentabilidade, promovendo a transparência e a responsabilidade corporativa. Seus padrões são amplamente utilizados por organizações em diversos setores para divulgar informações sobre impactos ambientais, sociais e de governança.

No setor aeroportuário e aeronáutico, os padrões GRI 301 (materiais), 302 (energia), 303 (água), 305 (emissões) e 306 (resíduos) são particularmente relevantes. Esses padrões fornecem diretrizes para a divulgação de dados sobre consumo de energia, uso de recursos hídricos e emissões de gases de efeito estufa, respectivamente (Initiative, 2021).

Essas iniciativas internacionais estabelecem uma referência para a implementação de práticas ESG no setor aeroportuário e aeroespacial, fornecendo diretrizes claras e mecanismos de certificação que incentivam a adoção de estratégias sustentáveis e a melhoria contínua das operações.

2.3 *Benchmarking* Nacional: Índice de Sustentabilidade Empresarial

O índice Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) da B3 tem como objetivo “ser o indicador do desempenho médio das cotações dos ativos de empresas selecionadas pelo seu reconhecido comprometimento com a sustentabilidade empresarial”. (B3 - Brasil, 2025b)

O questionário do ISE B3 está organizado em múltiplas dimensões, como: governança corporativa, capital humano, modelo de negócio e inovação, capital social, meio ambiente e mudança do clima. Essas dimensões refletem práticas ou resultados que as empresas devem demonstrar para estarem alinhadas às melhores práticas de sustentabilidade. As perguntas são adaptadas ao setor de atuação da companhia e o processo exige que as empresas respondentes apresentem evidências documentais para respaldar as respostas prestadas no questionário, o que fortalece o rigor da avaliação. (B3 - Brasil, 2025a)

A avaliação é dividida em uma fase quantitativa e em uma qualitativa. Na fase quantitativa, cada empresa participante responde a um questionário que possui questões no formato apresentado na Figura 2.2, sendo as alternativas de resposta traduzidas em percentuais de pontuação.

Tipo de pergunta	Alternativas de resposta	Distribuição de pontos
Escolha <u>única</u> , tipo "sim" ou "não"	"Sim", tem a prática "Não", não tem a prática	"Sim": 100% dos pontos "Não": 0% dos pontos
Escolha <u>única</u> com 5 alternativas, sendo que 4 delas pontuam	a) Não atende b) Atende pouco c) Atende medianamente d) Atende bem e) Atende plenamente	a) 0% dos pontos b) 25% dos pontos c) 50% dos pontos d) 75% dos pontos e) 100% dos pontos
Escolha <u>múltipla</u> , com 5 alternativas, sendo 4 que delas pontuam	a) Tem atributo "w" b) Tem atributo "x" c) Tem atributo "y" d) Tem atributo "z" e) Nenhuma das anteriores	a) 25% dos pontos b) 25% dos pontos c) 25% dos pontos d) 25% dos pontos e) 0% dos pontos

FIGURA 2.2 – Fase qualitativa de avaliação do ISE B3.

Fonte: Diretrizes do ISE B3 (2024).

A somatória das pontuações obtidas no questionário, acrescida do desempenho da empresa no questionário externo *CDP-Climate Change*, gera um "*Score Base*", variando entre 0 e 100.

A empresa deve comprovar, por meio de documentação, as respostas declaradas no questionário. A partir desses documentos, é realizada a avaliação qualitativa, em que é atribuída uma Nota Qualitativa (NQ), com valor entre 0 e 100, em relação à conformidade entre a resposta fornecida pela empresa e as provas documentais. Sobre essa nota, é calculado um Fator Qualitativo (FQ) que ajusta o *Score Base*, segundo a equação publicada nas Diretrizes do ISE B3:

$$FQ = 1 - \left[\left(1 - \frac{NQ}{100} \right) \times 0,5 \right] \quad (2.1)$$

ou seja, o FQ varia entre 0,5 e 1,0 conforme a NQ varia de 0 a 100. O *Score Final* considerado para seleção é, então:

$$\text{Score Final} = \text{Score Base} \times FQ \quad (2.2)$$

Esse mecanismo fortalecendo o rigor, confiabilidade e transparência do índice, por não se basear somente na autodeclaração dos participantes.

2.4 Programas de Sustentabilidade da ANAC

A ANAC, como órgão regulador do setor aéreo, promove a sustentabilidade por meio de dois instrumentos principais: o Plano de Ação Ambiental, que estabeleceu diretrizes e ações estratégicas para a promoção da sustentabilidade no setor, e o Programa Aeroportos

Sustentáveis, um instrumento voltado ao incentivo da gestão ambiental nos aeroportos brasileiros. A seguir, será detalhado o funcionamento de ambas as iniciativas, com ênfase na estrutura do Programa Aeroportos Sustentáveis, que será a base do Índice de Sustentabilidade Aeroportuária proposto.

2.4.1 Plano de Ação Ambiental

O Plano de Ação Ambiental é uma iniciativa fundamentada na Política de Atuação Ambiental (ANAC, 2023), que tem como objetivos:

- Apresentar para a sociedade brasileira, de modo sintético e acessível, os Objetivos Estratégicos Ambientais e as iniciativas que pautarão a atuação regulatória da Agência para o próximo triênio (2025-2027);
- Apresentar os instrumentos da Ação Ambiental que serão utilizados para se alcançar os Objetivos Estratégicos Ambientais.

Aprofundando nos Objetivos do Plano de Ação Ambiental, temos 7 Objetivos Estratégicos (OE) e seus indicadores de sucesso, apresentados na Tabela 2.1. Nota-se que, dentro do OE3 - "Promover infraestrutura aeroportuária sustentável e resiliente", tem-se como Indicador de Sucesso a elaboração de um Índice de Sustentabilidade Aeroportuária (ISA), a ser aplicado em 50 aeroportos até o ano de 2027.

Dessa forma, observa-se que a proposta deste trabalho não apenas se mostra alinhada às metas institucionais da ANAC para o triênio 2025–2027, como também contribui diretamente para o avanço dessas iniciativas. A criação de um índice de sustentabilidade específico para aeroportos brasileiros representa um instrumento complementar às ações da Agência, fornecendo uma base metodológica para o monitoramento, a avaliação e o aprimoramento contínuo das práticas ESG no setor aeroportuário nacional.

TABELA 2.1 – Objetivos Estratégicos e Indicadores de Sucesso do Plano de Ação Ambiental da ANAC (2025–2027)

OE	Objetivo Estratégico	Indicadores de Sucesso
OE1	Mitigar e reduzir emissões de carbono da aviação	Assegurar 100% de conformidade com o CORSIA e com os requisitos da Convenção de Chicago; Reduzir em 1% a intensidade de emissões por meio do uso de SAF.
OE2	Desenvolver um mercado nacional de SAF eficiente e seguro	Regulamentar o PROBIOQAV (Programa Nacional SAF); Publicar ambiente experimental regulatório de benefícios de SAF.
OE3	Promover infraestrutura aeroportuária sustentável e resiliente	Mapear riscos em 100% dos aeroportos classe 4; Elaborar o Índice de Sustentabilidade Aeroportuária (ISA) e aplicá-lo em 50 aeroportos.
OE4	Gerenciar o ruído da aviação de forma integrada	Organizar 8 parcerias voltadas ao gerenciamento do ruído da aviação; Concluir 3 projetos para análise do impacto do ruído da aviação; Publicar critérios de ruído para eVTOLs.
OE5	Aumentar a transparência sobre a qualidade do ar	Publicar dados padronizados em 100% dos arredores dos aeroportos classe IV; Promover alternativas à gasolina com chumbo.
OE6	Aprimorar a capacidade institucional da ANAC para atuar em temas ambientais	Concluir projeto de modelagem do impacto ambiental da aviação civil; Realizar 2 ações de desenvolvimento de competências na ANAC; Firmar 9 parcerias com entidades especialistas em assuntos ambientais de interesse.

Fonte: Adaptado de ANAC (2025).

2.4.2 Programa Aeroportos Sustentáveis

O Programa de Aeroportos Sustentáveis é uma iniciativa voltada à promoção de práticas de sustentabilidade em aeroportos brasileiros. O programa possui caráter voluntário, permitindo que os aeroportos interessados se inscrevam e participem de acordo com o porte operacional, classificado em quatro categorias baseadas no número anual de passageiros, segundo o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 153, sendo elas:

- Até duzentos mil passageiros por ano – Refere-se à CLASSE I;
- Até um milhão de passageiros por ano – Refere-se à CLASSE II;
- Até cinco milhões de passageiros por ano – Refere-se à CLASSE III;

- Acima de cinco milhões de passageiros por ano – Refere-se à CLASSE IV.

A metodologia do programa é fundamentada em autodeclarações dos aeroportos participantes, sem a realização de auditorias para verificar a veracidade dos dados fornecidos. A definição dos pesos atribuídos aos critérios e subcategorias é realizada por meio do *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que considera a relação entre os critérios para estabelecer uma ordem de prioridade, a partir da qual são determinados os pesos correspondentes.

A edição de 2025 introduziu uma reestruturação significativa nos critérios de análise, reorganizando os 7 critérios anteriores (Gestão da mudança climática, Gestão da qualidade do ar local, Gestão de energia elétrica, Gestão de resíduos, Gestão do ruído aeronáutico, Gestão hídrica e Gestão organizacional) em três eixos independentes: AS Sociedade, AS Insumos e AS Externalidades, da seguinte forma:

1. AS Sociedade:
 - (a) Gestão organizacional
 - (b) Gestão socioambiental
2. AS Insumos:
 - (a) Gestão de energia elétrica
 - (b) Gestão de resíduos
 - (c) Gestão hídrica
3. AS Externalidades:
 - (a) Gestão da mudança climática
 - (b) Gestão da qualidade do ar local
 - (c) Gestão do ruído aeronáutico

A criação do eixo "Sociedade" representou um grande avanço em relação às edições anteriores, ao abranger a esfera social que antes não era considerada no programa. Além disso, o sistema de atribuição de pontuação percentual também foi alterado para quatro níveis de maturidade: Diagnóstico, Otimização, Redução e Restauração. Para que um aeroporto seja classificado em um nível (ex: Otimização), ele deve atender a 100% dos critérios daquele nível e de todos os níveis anteriores (neste caso, Diagnóstico), funcionando como um sistema de "barreiras" de complexidade crescente. Contudo, é importante ressaltar que não somente os níveis esperados de maturidade de cada critério são diferentes para cada classe de aeroportos, como também os parâmetros analisados dentro de cada subcritério.

Outra evolução relevante da edição 2025 foi a integração com o *Airport Carbon Accreditation* (ACA). O edital prevê o atendimento automático de diversos critérios do eixo "AS Externalidades" para aeroportos que já possuem a certificação ACA, importando um padrão quantitativo internacional para a medição de carbono, embora esta adesão não seja obrigatória para pontuar nos critérios.

Para mostrar o formato dos questionamentos aplicados aos aeroportos, seguem abaixo exemplos de perguntas referentes a alguns critérios do eixo "AS Externalidades":

1. Gestão do ruído aeronáutico

- (a) O aeroporto adota medidas operacionais para redução do ruído aeronáutico?
- (b) Informe as medidas que o aeroporto adota.
- (c) Descreva brevemente as medidas adotadas pelo aeroporto.

2. Gestão da mudança climática

- (a) O aeroporto realizou análise dos impactos das mudanças climáticas e vulnerabilidades do aeroporto para determinação dos riscos à operação?
- (b) O estudo do aeroporto conta com análise de projeções climáticas específicas para a região em que este se insere?
- (c) Exemplifique as avaliações de impacto climático conduzidas pelo aeroporto

3. Uso de combustíveis sustentáveis

- (a) O aeroporto abastece os veículos e equipamentos que opera com combustíveis sustentáveis?
- (b) Indique os combustíveis sustentáveis utilizados pelo aeroporto
- (c) Descreva brevemente o procedimento de abastecimento com combustíveis sustentáveis
- (d) Qual o percentual atual de combustível sustentável no total de combustível utilizado pelos equipamentos e veículos operados pelo aeroporto?

Apesar dos avanços estruturais da edição de 2025, a análise dos critérios exemplificados acima revela que a metodologia da (ANAC, 2025b) permanece predominantemente qualitativa e focada em processo, carecendo de um rigor quantitativo e da priorização de métricas de performance necessários para uma avaliação de desempenho robusta. Além disso, ao manter o caráter autodeclaratório e sem auditoria no edital de 2025, ela se distancia do rigor de *benchmarks* nacionais como o ISE B3, que utiliza mecanismos de verificação baseados na análise de evidências documentais.

3 Metodologia

A metodologia do presente trabalho foi estruturada em três etapas principais, conforme apresentado no fluxograma da Figura 3.1. Na etapa "Definição do Escopo", delimitou-se a abrangência da análise, segmentando o Índice de Sustentabilidade Aeroportuária em duas frentes: Operacional (IS-Op) e de Planejamento (IS-Plan). Na etapa "Critérios e Indicadores", foi feita uma análise crítica dos critérios utilizados no Programa de Aeroportos Sustentáveis em cada classe de aeroportos, a fim de refinar as categorias existentes — por meio da inclusão ou exclusão de itens redundantes —, além de definir a base teórica para a escolha dos indicadores de cada categoria. Por fim, na etapa "Formatos e Pesos da Pontuação", definiu-se os formatos dos indicadores e suas respectivas ponderações, priorizando uma análise quantitativa e objetiva. Além disso, nesta etapa, foi introduzido um Fator de Ajuste de Governança, a fim de mitigar os riscos associados à autodeclaração dos dados submetidos.

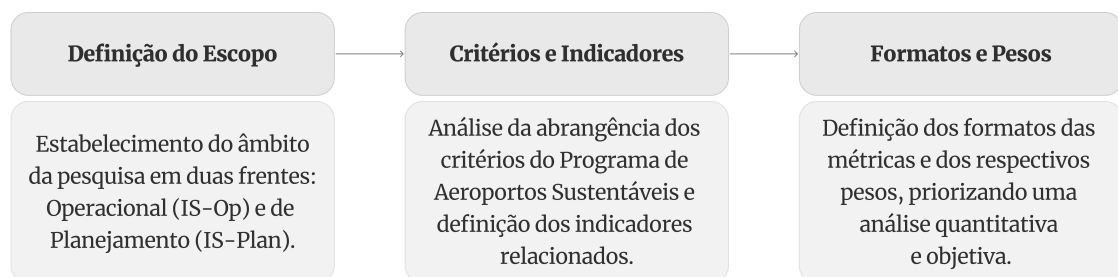


FIGURA 3.1 – Fluxograma metodológico do estudo.

Fonte: Elaboração própria.

3.1 Definição do escopo

A Análise SWOT do cenário brasileiro, apresentada na Figura 3.2, resume as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que fundamentam este trabalho. A análise evidencia que, apesar das fraquezas nos programas atuais, existe um cenário propício — e uma demanda

explícita da (ANAC, 2025a) (OE3) — para a criação de um Índice de Sustentabilidade Aeroportuária.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	<p>Forças</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano de Ação Ambiental da ANAC (2025–2027) com metas claras; • Programa Aeroportos Sustentáveis consolidados e crescente em engajamento; • Potencial técnico para produção de SAF; • Alinhamento com compromissos globais (CORSIA, OACI). 	<p>Fraquezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de padronização nos indicadores ambientais; • Participação voluntária e autodeclaratória dos aeroportos no Programa de Aeroportos Sustentáveis; • Baixa pressão do mercado por sustentabilidade; • Regulação tímida sobre uso de SAF
Fatores Externos	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explorar o potencial nacional de produção de SAF; • Incentivo à criação de um Índice de sustentabilidade aeroportuária; • Fortalecimento da imagem institucional dos aeroportos por meio de certificações e reconhecimentos ambientais. 	<p>Ameaças</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de incentivos econômicos estruturados (subsídios, créditos de carbono, leilões verdes) que promovam práticas sustentáveis nos aeroportos; • Resistência regulatória ou política à implantação de obrigações ambientais mais rígidas.

FIGURA 3.2 – Análise SWOT do Cenário Brasileiro a respeito de sustentabilidade no setor aeronáutico e aeroportuário.

Fonte: Elaboração própria.

Nesse sentido, definiu-se como escopo do trabalho o desenvolvimento de um índice de sustentabilidade voltado a aeroportos brasileiros, a fim de complementar as iniciativas já propostas pela ANAC, que busca ser uma liderança regulatória e promover práticas sustentáveis no setor.

Além disso, é possível observar uma lacuna nas iniciativas atuais que, em sua maioria, concentram-se na gestão operacional dos aeroportos já em funcionamento, sem contemplar os impactos ambientais e sociais associados ao ciclo de vida completo das obras aeroportuárias. Sendo assim, a fim de suprir essa lacuna, o trabalho busca considerar tanto a etapa de operação quanto as fases de planejamento, construção e implantação da infraestrutura aeroportuária, por meio da criação de dois índices distintos:

- IS-Op (Índice de Sustentabilidade de Operações Aeroportuárias), cujo foco é avaliar práticas operacionais e de gestão de aeroportos existentes,
- IS-Plan (Índice de Sustentabilidade de Planejamento Aeroportuário), cujo foco é analisar fatores relacionados à concepção do projeto e impactos da escolha do sítio aeroportuário, em aeroportos em fase de planejamento ou construção.

Dessa forma, busca-se não limitar o potencial sustentável de um aeroporto em função de decisões de projeto tomadas anteriormente, mas sim promover uma avaliação equitativa, que reconheça os esforços e avanços realizados em cada etapa.

3.2 Critérios e Indicadores

A edição de 2025 do Programa Aeroportos Sustentáveis da ANAC apresentou uma evolução significativa em relação à edição anterior, em que quase a totalidade da análise se referia a aspectos ambientais e de governança, negligenciando o pilar social do termo ESG. Em 2023, dos 36 critérios presentes na edição, 18 se referiam a aspectos ambientais, 17 se referiam a aspectos de governança e somente 1, a aspectos sociais. Já na edição deste ano, houve uma reestruturação para a criação dos seguintes eixos principais temáticos, em que cada eixo foram apresentados diversos critérios:

- AS Sociedade, que avalia a governança corporativa e o engajamento social dos aeroportos;
- AS Insumos, que avalia a gestão do consumo de energia e recursos hídricos e da geração de resíduos pelos aeroportos;
- AS Externalidades, que avalia a gestão das emissões e do ruído aeronáutico dos aeroportos.

Assim, é possível observar na Figura 3.3 como a distribuição dos critérios entre os pilares evoluiu de uma edição para a outra.

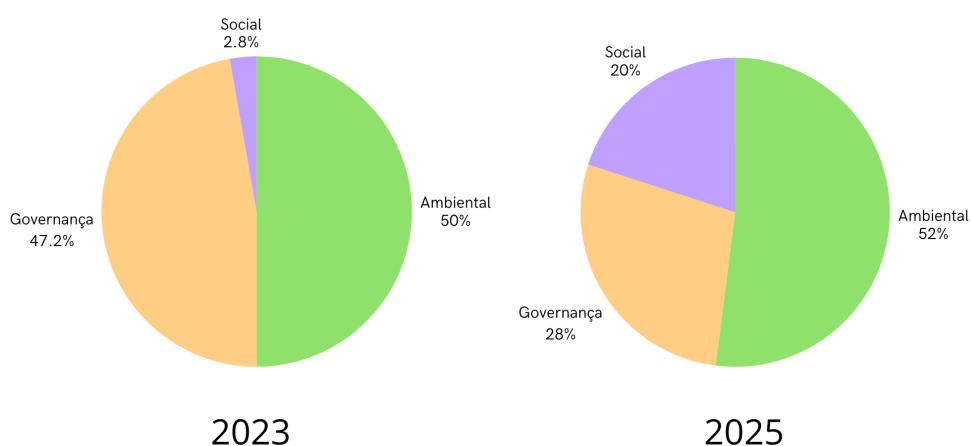


FIGURA 3.3 – Comparação entre os critérios das edições de 2023 e 2025.

Fonte: Elaboração própria.

Contudo, a metodologia apresenta uma ressalva em relação à comparabilidade dos aeroportos: os critérios analisados não são idênticos para todas as classes de aeroportos (I, II, III e IV). Como apresentado no gráfico da Figura 3.4, somente 57% dos critérios são exigidos de todas as classes de aeroportos.

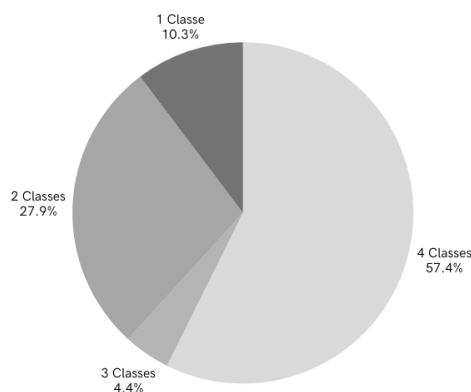


FIGURA 3.4 – Quantidade de critérios exigidos para cada classe.

Fonte: Elaboração própria.

As Tabelas 3.1, 3.2 e 3.3 apresentam todos os critérios existentes dentro dos eixos Sociedade, Insumos e Externalidades, respectivamente, explicitando quais classes de aeroporto são avaliadas em cada item.

TABELA 3.1 – Critérios do Eixo AS Sociedade

Tema	Critério	Classe
Gestão organizacional	Educação ambiental interna	I, II, III, IV
	Política ambiental	I, II, III, IV
	Práticas de Governança Corporativa	I, II, III, IV
	Sistema de gestão ambiental	I, II, III, IV
	Bem-estar do usuário	III e IV
Gestão socioambiental	Certificação em práticas socioambientais	I, II, III, IV
	Conscientização do público	I, II, III, IV
	Desenvolvimento comunitário	I, II, III, IV
	Engajamento da cadeia de valor	I, II, III, IV
	Incentivo à pesquisa	I, II, III, IV
	Inclusão de jovens e população de baixa renda no mercado de trabalho	I, II, III, IV
	Promoção da biodiversidade	I, II, III, IV

Fonte: Edital do Programa Aeroportos Sustentáveis (ANAC, 2025).

TABELA 3.2 – Critérios do Eixo AS Insumos

Tema	Critério	Classe
Gestão de energia elétrica	Campanhas sobre consumo consciente de energia	I, II, III, IV
	Eficiência energética da envoltória	I, II, III, IV
	Eficiência energética de equipamentos de auxiliares	I, II, III, IV
	Eficiência energética do sistema de climatização	I, II, III, IV
	Eficiência energética do sistema de iluminação	I, II
	Elaboração e acompanhamento de indicadores de uso de energia elétrica	I, II, III, IV
	Gerenciamento do consumo de energia elétrica	I, II, III, IV
	Uso de energia elétrica de fontes renováveis	I, II, III, IV
	Geração própria de energia sustentável	III e IV
	Lâmpadas eficientes	III e IV
Uso otimizado da iluminação	III e IV	
Gestão de resíduos	Beneficiamento de resíduos	I, II
	Campanhas sobre redução na geração de resíduos	I, II, III, IV
	Coleta seletiva	I, II, III, IV
	Elaboração e acompanhamento de indicadores de resíduos	I, II, III, IV
	Medidas para redução da geração de resíduos	I, II, III, IV
	Reciclagem de resíduos	III e IV
	Tratamento de resíduos orgânicos	III e IV
Gestão hídrica	Captação de fontes alternativas	I, II, III, IV
	Elaboração e acompanhamento de indicadores de uso de recursos hídricos	I, II, III, IV
	Gerenciamento do consumo de água	I, II, III, IV
	Reúso de água	I, II
	Uso eficiente de recursos hídricos	I, II, III, IV
Otimização da irrigação de áreas verdes	II, III, IV	
Tratamento de efluentes	III e IV	

Fonte: Edital do Programa Aeroportos Sustentáveis (ANAC, 2025).

TABELA 3.3 – Critérios do Eixo AS Externalidades

Tema	Critério	Classe
Gestão da mudança climática	Engajamento de terceiros na gestão do carbono	I, II, III, IV
	Estratégia de adaptação	I
	Indicadores de emissão de gases do efeito estufa	I, II, III, IV
	Inventário de emissões de gases do efeito estufa	I, II, III, IV
	Meta de redução das emissões de gases do efeito estufa	I, II, III, IV
	Plano de gestão do carbono	I, II, III, IV
	Levantamento das medidas de adaptação	II, III, IV
	Levantamento de riscos climáticos	II, III, IV
	Monitoramento dos limiares climáticos	III, IV
	Uso de combustíveis sustentáveis	III, IV
Gestão da qualidade do ar local	Adoção de áreas verdes	I, II
	Elaboração e acompanhamento de indicadores de qualidade do ar local	I,II, III, IV
	Inventário de equipamentos de solo	I, II, III, IV
	Inventário de poluentes que afetam a qualidade do ar local	I, II, III, IV
	Mitigação das emissões de fontes estacionárias	I, II
	Mitigação das emissões de fontes móveis	I, II
	Modelagem de dispersão de poluentes	I, II, III, IV
	Monitoramento da qualidade do ar local	I, II, III, IV
	Disponibilização de eletricidade e ar-condicionado de fonte renovável para as aeronaves	III, IV
	Infraestrutura e operação eficientes	III
Redução das emissões na fonte em atividades	III, IV	
Redução das emissões na fonte em equipamentos	III, IV	
Adequação da infraestrutura	IV	

(Continua na próxima página)

Tabela 3.3 – Continuação

Tema	Critério	Classe
	Operação eficiente e incentivos para mitigação das emissões	IV
Gestão do ruído aeronáutico	Campanhas de divulgação sobre ruído aeronáutico	I, II, III, IV
	Divulgação do Plano de Zoneamento de Ruído	I, II, III, IV
	Medidas para atenuação do ruído aeronáutico	I, II, III, IV
	Acompanhamento da ocupação e uso do solo	III
	Mitigação do ruído aeronáutico	III
	Monitoramento do ruído aeronáutico	III, IV
	Instrumentos de mitigação do ruído	IV

Fonte: Edital do Programa Aeroportos Sustentáveis (ANAC, 2025).

Um ponto importante a ser ressaltado em relação ao Programa Aeroportos Sustentáveis é que não só a adesão ao programa é voluntária, mas também a participação em cada um de seus eixos temáticos não é obrigatória. Como cada um dos eixos é autossuficiente, sem vínculo de participação ou de resultado entre eles, o aeroporto possui liberdade para decidir em quais eixos deseja ser avaliado. Diante desse cenário, e visando evitar uma ruptura abrupta com o modelo vigente, optou-se por uma estratégia de simplificação que fomenta uma transição suave para uma avaliação padronizada.

Sendo assim, a proposta do Índice de Sustentabilidade Aeroportuária consiste em restringir os critérios aos que já são monitorados por aeroportos de todos os portes, a fim de torná-lo mais aplicável e com maior potencial de adesão imediata pelos aeroportos. Esses critérios passaram por um processo de refinamento para eliminar redundâncias e foram complementados com a inclusão de aspectos específicos relacionados à etapa de planejamento aeroportuário.

Para a definição dos indicadores específicos de cada critério, buscou-se embasamento nas métricas presentes nas Normas GRI Consolidadas (GRI, 2025) e nos mecanismos de pontuação do Índice de Sustentabilidade Empresarial (GRI, 2025), garantindo alinhamento com as melhores práticas de avaliação de sustentabilidade. A lista final dos critérios e indicadores será apresentada no Capítulo 4: "Modelo Proposto".

3.3 Formatos e Pesos da Pontuação

Tendo como base o Índice de Sustentabilidade Empresarial da B3 e com o intuito de fornecer uma análise mais quantitativa dos dados, foram definidos indicadores para cada critério de avaliação dos seguintes tipos: KPI, Escala de Maturidade, Múltipla Escolha e Indicadores Binários. Para que fosse possível combinar essas métricas de naturezas distintas em um único valor, foi definida uma normalização da escala em que todos os indicadores foram convertidos para uma escala uniforme de 0 a 4, da seguinte maneira:

- KPI:
 - Definição: São indicadores de resultado que medem o desempenho de uma atividade ou processo em relação a um objetivo.
 - Formato: O valor do indicador será obtido através de uma normalização baseada na Padronização pelo Máximo/Mínimo, entre os aeroportos de uma mesma classe. Esta padronização permite que a performance de um aeroporto seja avaliada pelo seu nível de excelência em relação a aeroportos de mesmo porte.
- Escala de Maturidade:
 - Definição: São indicadores de processo que avaliam o grau de evolução e formalização de uma política dentro de uma organização.
 - Formato: Escolha única com 5 alternativas, em que 4 pontuam em níveis diferentes.
- Múltipla escolha:
 - Definição: São indicadores de abrangência e escopo de ação, compostos por uma lista de ações ou práticas.
 - Formato: Escolha múltipla com 5 alternativas, em que 4 pontuam. O aeroporto recebe pontuação pela soma das ações que implementou.
- Índice Binário
 - Definição: São indicadores de conformidade que indicam o cumprimento ou não de um requisito.
 - Formato: Questões de "Sim" ou "Não" convertidas nos valores da escala (Sim=4, Não=0).

A atribuição dos pesos a cada critério foi definida pela autora com o objetivo de priorizar as métricas que agregassem maior valor quantitativo e objetividade à análise. A

lógica de ponderação adotada, detalhada na Tabela 3.4, reflete essa hierarquia, conferindo maior peso a resultados mensuráveis em detrimento de processos meramente declaratórios.

TABELA 3.4 – Ponderação e Justificativa dos Pesos Atribuídos aos Indicadores

Tipo de Indicador	Peso	Justificativa Metodológica
KPI	5	Indicadores de resultado direto (taxas, percentuais) são os mais objetivos e difíceis de manipular. Recebem o maior peso para valorizar a performance real e a capacidade de mensurar o impacto final.
Múltipla Escolha e Escala de Maturidade	4	Indicadores que medem a formalização de processos, o nível de maturidade da gestão. O peso intermediário reconhece a sua importância, mas prioriza o resultado (KPI) sobre o processo.
Binário (Sim/Não)	2	Estes indicadores medem o cumprimento de requisitos essenciais de base. Recebem o menor peso para evitar que sua natureza dicotômica distorça a pontuação.

Fonte: Elaboração própria

A fim de corrigir possíveis lacunas de dados e mitigar o risco da autodeclaração, é aplicado um Fator de Ajuste de Governança (FAG), conforme o modelo do ISE B3. Para tal, o aeroporto deve comprovar, por meio de documentação, a veracidade das respostas declaradas no questionário. A partir da análise desses documentos, é atribuída uma Nota Qualitativa (NQ), com valor entre 0 e 100. Sobre essa nota, é calculado um Fator de Ajuste de Governança (FAG), que ajusta o valor indicado por cada aeroporto, segundo Equação 3.1:

$$\text{FAG} = 1 - \left[\left(1 - \frac{\text{NQ}}{100} \right) \times 0,5 \right] \quad (3.1)$$

ou seja, o FAG varia entre 0,5 e 1,0 conforme a NQ varia de 0 a 100. Sendo assim, as notas dos indicadores são calculadas da seguinte forma:

$$N_i = (N_p)_i \times \text{FAG} \quad (3.2)$$

A soma total de todos os pesos individuais dos indicadores somam uma média ponderada final de 100%, no caso do IS-OP, e 50% no caso do IS-Plan. Normalizando as notas para uma escala decimal, tem-se que os Índices de Sustentabilidade Aeroportuária são dados por:

$$IS_{Op} = \frac{\sum(N_i \times P_i)}{4} \quad (3.3)$$

$$IS_{Plan} = \frac{\sum(N_i \times P_i)}{2} \quad (3.4)$$

4 Modelo Proposto

A partir da metodologia estabelecida no capítulo anterior, que identificou a necessidade de maior comparabilidade entre os aeroportos, foco em desempenho quantitativo e avaliação do ciclo de vida completo dos aeroportos, foi definido o seguinte modelo do Índice de Sustentabilidade Aeroportuária (ISA). Este modelo se desdobra nos dois índices complementares: o IS-Op (focado em operações) e o IS-Plan (focado em planejamento e construção).

Os critérios de avaliação da ANAC, apresentados na seção "Critérios e Indicadores", foram simplificados para garantir a padronização das métricas entre as classes de aeroportos, enquanto a hierarquia de pesos priorizou a mensuração de resultados (KPIs) em detrimento de processos. Além disso, para os critérios escolhidos, foram definidos indicadores para tornar a avaliação menos subjetiva. A adaptação dos critérios foi feita seguindo o exemplo apresentado na Figura 4.1.

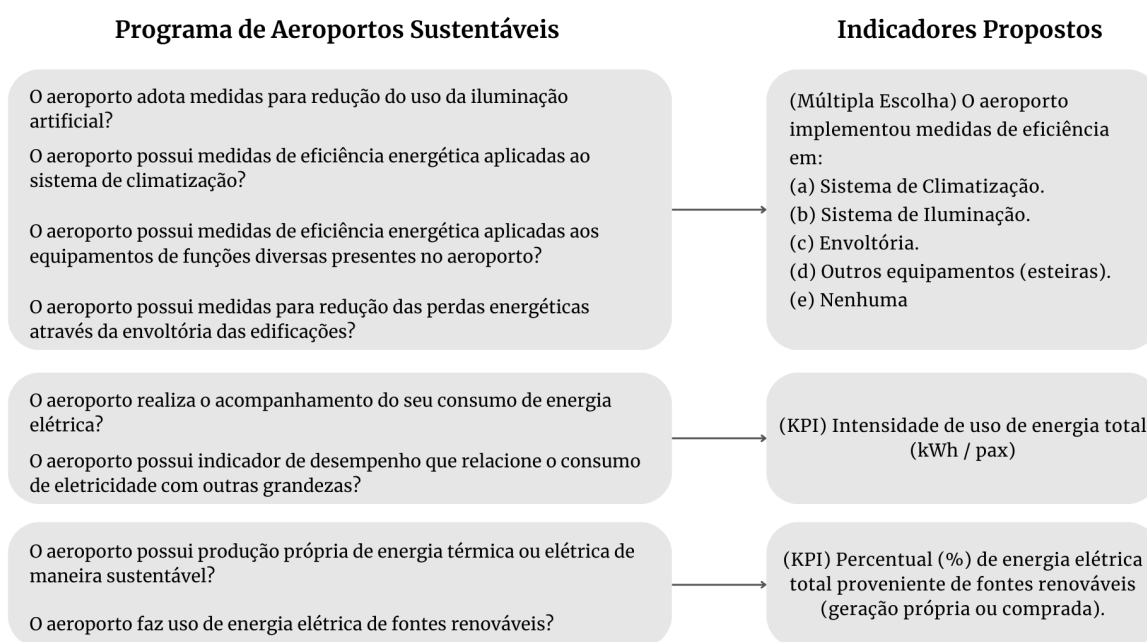


FIGURA 4.1 – Definição dos indicadores a partir dos critérios do Programa de Aeroportos Sustentáveis.

Fonte: Elaboração própria.

As Tabelas 4.1 e 4.2 detalham os indicadores propostos pela autora, seus respectivos tipos de métrica (KPI, Escala, Múltipla Escolha ou Binário) e os pesos percentuais atribuídos para cada critério dentro dos eixos (AS Sociedade, AS Insumos e AS Externalidades). Além disso, a fonte usada como referência para cada indicador escolhido é apresentada na tabela, tendo como principais referências as normas (GRI, 2025), o ISE B3 (B3, 2024) e o Programa de Aeroportos Sustentáveis (PAS) (ANAC, 2025b), além de normas apresentadas no *benchmarking* internacional ((ICAO, 2008) e (ACI, 2025))

TABELA 4.1 – Critérios, Indicadores e Fontes para o Índice de Sustentabilidade de Operações Aeroportuárias (IS-Op)

AS Sociedade					
Tema	Critério	Indicador Proposto	Fonte Ref.	Peso	
Gestão Social Interna	Segurança e bem-estar dos trabalhadores	(KPI) Taxa de Frequência de Acidentes de Trabalho com Afastamento (TFCA) por 1 milhão de h/h	GRI 403-9	5%	
	Prevenção de Assédio	(Múltipla Escolha) Quais práticas de prevenção são realizadas? (a) Campanhas de conscientização. (b) Canal de Denúncia. (c) Programas de apoio às vítimas. (d) Aplica medidas corretivas. (e) Nenhuma das anteriores	GRI 406, ISE B3	4%	
Gestão socio-ambiental	Certificações	(Múltipla Escolha) O aeroporto possui certificações formais como: (a) ISO 14001 - Gestão Ambiental. (b) ISO 45001 - Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho. (c) SA8000 - Responsabilidade Social (d) Selo de Acessibilidade. (e) Nenhuma.	ISE B3, PAS	4%	

Continua na próxima página

Tabela 4.1 – continuação

Tema	Critério	Indicador Proposto	Fonte Ref.	Peso
	Cadeia de valor	(Múltipla Escolha) Nível de engajamento de fornecedores em ESG: (a) Cláusulas contratuais. (b) Questionário de autoavaliação. (c) Auditoria de fornecedores críticos. (d) Programa de desenvolvimento ESG para fornecedores. (e) Não possui	GRI 308, GRI 414	4%
	Inclusão social	(KPI) Percentual (%) de novas contratações (nível de entrada) provenientes de programas de inclusão da comunidade local.	GRI 413-1, PAS	5%
	Biodiversidade	(Escala) Nível de plano de manejo da biodiversidade: (1) Não possui. (2) Plano reativo. (3) Plano proativo com inventário de espécies. (4) Plano com metas. (5) Plano com metas de impacto (líquido positivo/neutro).	GRI 304, PAS	4%
Gestão Organizacional	Bem-estar do usuário	(KPI) Pontuação média em Pesquisa de Satisfação do Passageiro (PSP - ANAC) nos quesitos de conforto, limpeza e acessibilidade	PAS, ANAC	5%
AS Insumos				
Gestão de energia	Uso de energia	(KPI) Intensidade de uso de energia total (kWh / pax)	GRI 302-3	5%
	Fontes renováveis	(KPI) Percentual (%) de energia elétrica total proveniente de fontes renováveis (geração própria ou comprada).	GRI 302-1	5%

Continua na próxima página

Tabela 4.1 – continuação

Tema	Critério	Indicador Proposto	Fonte Ref.	Peso
	Eficiência energética envoltória	(Múltipla Escolha) O aeroporto implementou medidas de eficiência em: (a) Sistema de Climatização. (b) Sistema de Iluminação. (c) Envoltória. (d) Outros equipamentos (esteiras). (e) Nenhuma.	PAS	4%
Gestão de resíduos	Destinação	(KPI) Taxa de Desvio de Aterro. (Medido em % de resíduos sólidos totais (ton) não destinados a eliminação).	GRI 306	5%
	Tratamento de resíduos orgânicos	(Binário) O aeroporto possui programa de tratamento de resíduos orgânicos (compostagem)?	GRI 306, PAS	2%
	Coleta seletiva	(KPI) Taxa de resíduos em que a coleta e a destinação seletiva é feita de forma correta (Medido em % de resíduos sólidos totais (ton))	GRI 306-4	5%
Gestão hídrica	Fontes alternativas	(KPI) Percentual (%) de água total consumida proveniente de fontes alternativas (reúso, captação pluvial).	GRI 303-3	5%
	Uso de água	(KPI) Índice de intensidade de Uso de Água (WUI). (Medido em Litros / passageiro).	GRI 303, PAS	5%
	Tratamento de Efluentes	(Binário) O aeroporto realiza o monitoramento da qualidade dos efluentes descartados?	GRI 303-4	2%
AS Externalidades				
Mudança climática	Inventário GEE	(Múltipla Escolha) O Inventário de GEE, publicado e verificado, inclui: (a) Escopo 1. (b) Escopo 2. (c) Escopo 3 (LTO). (d) Escopo 3 (Acesso Terrestre). (e) Nenhuma.	ACA	4%

Continua na próxima página

Tabela 4.1 – continuação

Tema	Critério	Indicador Proposto	Fonte Ref.	Peso
	Combustíveis sustentáveis	(Escala) Transição para SAF/elétrico de solo: (0) Não possui plano. (1) Inventário de emissões de frota. (2) Plano Formal de Transição com meta definida. (3) Plano Formal de Transição iniciado. (4) Transição da frota em estágio avançado (>50%)	ACA, PAS	4%
	Meta de redução de emissão	(Escala) Nível de certificação no Airport Carbon Accreditation (ACA): (0) Não participa, (1) Nível 1, (2) Nível 2, (3) Nível 3/3+, (4) Nível 4/4+.	ACA, PAS	4%
Qualidade do ar local	Monitoramento	(Escala) Nível de monitoramento de poluentes locais (NO_x , SO_x , MP): (0) Não monitora. (1) Inventário estimado. (2) Monitoramento por amostragem. (3) Monitoramento contínuo. (4) Monitoramento contínuo e público	GRI 305-7	4%
	Mitigação das emissões de fontes estacionárias	(Múltipla Escolha) O aeroporto implementa medidas de redução de poluição local como: (a) Eletrificação de pátio. (b) Incentivo a veículos de solo elétricos. (c) Frota própria 100% elétrica/SAF. (d) Restrições a veículos poluentes. (e) Nenhuma.	PAS	4%
	Emissão de CO_2	(KPI) Emissão de CO_2 / passageiro	GRI 305-4, ACA	5%
Ruído aeronáutico	Monitoramento	(Binário) O aeroporto possui um sistema de monitoramento de ruído contínuo?	ICAO	2%

Continua na próxima página

Tabela 4.1 – continuação

Tema	Critério	Indicador Proposto	Fonte Ref.	Peso
	Mitigação	(Múltipla Escolha) Quais pilares o aeroporto implementa ativamente? (a) Gestão do Uso do Solo (PZR). (b) Procedimentos Operacionais (CDO). (c) Restrições Operacionais. (d) Medidas de mitigação (isolamento acústico). (e) Nenhuma.	ICAO	4%

Para a estruturação do IS-Plan, além das fontes já citadas anteriormente, fez-se necessária a incorporação de fontes adicionais específicas para as fases de projeto e obra dos aeroportos. Assim, foram adotadas as seguintes normas da *International Organization for Standardization* (ISO): Gestão ambiental (ISO14040, 2015) e Adaptação às mudanças climáticas (ISO14090, 2019); além de critérios da certificação (HQE, 2021), que é uma certificação internacional de construção de alta qualidade ambiental.

TABELA 4.2 – Critérios, Indicadores e Fontes para o Índice de Sustentabilidade de Planejamento Aeroportuário (IS-Plan)

AS Sociedade				
Tema	Critério	Indicador Proposto	Fonte Ref.	Peso
Gestão Social Interna	Segurança e bem-estar dos trabalhadores	(KPI) Taxa de Frequência de Acidentes de Trabalho com Afastamento (TFCA) por 1 milhão de h/h na fase de obra	GRI 403-9	5%
Gestão socio-ambiental	Uso do Solo	(Escala) Solo do Sítio escolhido: (0) Sítio em Unidade de Conservação ou APP.(1) Sítio com supressão de vegetação nativa primária. (2) Sítio em área rural/pastagem. (3) Sítio em área periurbana (sem vegetação nativa). (4) Sítio em área degradada.	GRI 304	4%

Continua na próxima página

Tabela 4.2 – continuação

Tema	Critério	Indicador Proposto	Fonte Ref.	Peso
	Área Perturbada	(KPI) Área total (em hectares ou m^2) de solo perturbado ou desmatado para a construção/terraplenagem do aeroporto.	GRI 304-1	5%
	Desapropriações	(Escala) Número de pessoas deslocadas: (0) Acima de 1000 pessoas deslocadas. (1) 501-1000 pessoas. (2) 101-500 pessoas. (3): 1-100 pessoas. (4) Zero pessoas deslocadas (sítio não habitado).	GRI 413	4%
	Compensação	(Binário) O projeto inclui um plano formal e com orçamento (licença) para compensação da supressão de vegetação nativa ou mitigação dos impactos socioeconômicos do deslocamento.	GRI 413	2%
	Acesso Urbano	(KPI) Percentual (%) da demanda de passageiros e funcionários (projetada) a ser atendida por transporte público de média/alta capacidade (Metrô, Trem, BRT) integrado ao terminal.	ACA	5%
	Infraestrutura Sustentável	(Múltipla Escolha) O projeto prevê: (a) Hub de carregadores para veículos elétricos (funcionários e passageiros). (b) Acesso e estacionamento seguro para bicicletas (ciclovía). (c) Terminal de carga com integração ferroviária (se aplicável). (d) Vias prioritárias para ônibus/fretados. (e) Nenhuma.	ACA	4%

AS Insumos

Continua na próxima página

Tabela 4.2 – continuação

Tema	Critério	Indicador Proposto	Fonte Ref.	Peso
Gestão da Obra	Materiais	(KPI) Percentual (%) do custo total de materiais de construção que são de origem local, reciclados ou possuem certificação de sustentabilidade	GRI 301	5%
	Canteiro de Obras	(Múltipla Escolha) O projeto prevê medidas para minimizar os incômodos causados à vizinhança pela obra nos seguintes setores: (a) Acústicos. (b) Visuais. (c) Poeira. (d) Limpeza dos arredores do canteiro. (e) Nenhuma.	AQUA-HQE	4%
AS Externalidades				
Mudança climática	Riscos Climáticos (Sítio)	(Escala) Nível da análise de riscos: (0) Nenhuma análise. (1) Análise genérica de riscos. (2) Análise de riscos específica, mas sem alteração de projeto. (3) Análise de riscos usada para definir cotas de pista/terminal. (4) Sítio escolhido priorizando a baixa vulnerabilidade climática	ISO 14090	4%
Qualidade do ar	Carbono Incorporado	(Escala) Nível da Análise de Ciclo de Vida (ACV): (0) Não realizou ACV. (1) Realizou ACV apenas dos edifícios. (2) Realizou ACV dos edifícios e pavimentos (pistas/pátios). (3) ACV completo com metas de redução de carbono incorporado. (4) ACV completo com metas e uso de materiais alternativos.	ISO 14040	4%

Continua na próxima página

Tabela 4.2 – continuação

Tema	Critério	Indicador Proposto	Fonte Ref.	Peso
Ruído aeronáutico	Impacto Projetado	(Escala) Número de pessoas afetadas (dentro da curva de ruído projetada (PZR)): (0) 50.000 pessoas/residências. (1) 10.001-50.000 pessoas. (2) 1.001- 10.000 pessoas. (3): 1-1.000 pessoas. (4) Zero pessoas/residências em área sensível dentro do PZR.	ICAO	4%

5 Considerações Finais

O presente trabalho propôs um Índice de Sustentabilidade (ISA) especificamente adaptado ao contexto e às lacunas regulatórias dos aeroportos brasileiros. Ao desdobrar a análise nas dimensões de Operações (IS-Op) e Planejamento (IS-Plan), o modelo proposto rompe com o foco exclusivo na fase operacional, incorporando os impactos de longo prazo associados à escolha do sítio e à concepção da infraestrutura.

O desenvolvimento deste Índice estabelece um primeiro passo para a estruturação de uma análise mais quantitativa e padronizada no setor. Ao reestruturar as métricas atualmente empregadas pela ANAC e priorizar indicadores de desempenho (KPIs), o índice contribui para reduzir a subjetividade e a dependência de relatórios autodeclaratórios, favorecendo uma comparação mais justa e transparente entre os operadores.

É importante reconhecer, contudo, que a complexidade da sustentabilidade aeroportuária exige uma avaliação em constante evolução. O ideal para uma análise completa seria a apresentação de um número significativamente maior de indicadores do que os incorporados neste estudo. Desta forma, com base no modelo proposto, sugerem-se as seguintes direções para pesquisas futuras, visando o aprimoramento do Índice de Sustentabilidade Aeroportuária:

- **Validação por Classes Aeroportuárias:** Recomenda-se a aplicação e o teste do Índice de Sustentabilidade com diferentes classes, portes e realidades operacionais de aeroportos brasileiros. Esta validação é crucial para confirmar a adaptabilidade do índice e identificar a necessidade de ajustes nos indicadores para que o modelo seja equitativo em diversos contextos.
- **Revisão e Otimização dos Pesos:** É importante que futuros estudos se dediquem a revisar o peso atribuído a cada indicador e a investigar metodologias mais robustas para a definição desses valores.
- **Expansão da Base de Indicadores:** Trabalhos subsequentes devem focar na expansão do número de indicadores, principalmente nas dimensões Social e de Governança, para fornecer uma visão mais completa da sustentabilidade no setor.

Referências

ACI. **Airport Carbon Accreditation**. [S. l.: s. n.], 2025. Acessado em: 02 de novembro de 2025. Disponível em: <https://www.airportcarbonaccreditation.org/>. Citado nas pp. 20, 38.

ANAC. **Plano de Ação Ambiental 2025–2027**. Brasília: ANAC, 2025a. Acesso em: 11 jun. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/meio-ambiente/arquivos/plano-de-acao-ambiental-2025-2027>. Citado nas pp. 15, 28.

ANAC. **Política de Atuação Ambiental**. [S. l.: s. n.], 2023. Acessado em: 09 de novembro de 2025. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2023/bps-v-18-no-13-27-a-31-03-2023/instrucao-normativa-188/visualizar_ato_normativo. Citado na p. 23.

ANAC. **Programa Aeroportos Sustentáveis – 6ª Edição**. [S. l.: s. n.], 2025b. Edital n. 6/ANAC/2025, Brasília, 28 jan. 2025. Acesso em: 11 jun. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/meio-ambiente/aeroportos-sustentaveis>. Citado nas pp. vii, viii, 15, 26, 38, 53.

B3. **Questionário ISE B3: Ciclo 2024**. Portuguese. São Paulo, 2024. Acedido a: 10 de novembro de 2025. Disponível em: <https://iseb3.com.br/questionario-ise-b3-2024>. Citado na p. 38.

B3 - BRASIL, B. **Diretrizes do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) 2025**. [S. l.], 2025a. Acessado em: 02 de novembro de 2025. Disponível em: https://iseb3-site.s3.amazonaws.com/DIRETRIZES_DO_%C3%8DNDICE_DE_SUSTENTABILIDADE_EMPRESARIAL__ISE_B3__2025.pdf. Citado na p. 21.

B3 - BRASIL, B. **O que é o ISE**. [S. l.: s. n.], 2025b. Acessado em: 02 de novembro de 2025. Disponível em: <https://iseb3.com.br/o-que-e-o-ise>. Citado na p. 21.

BRASIL. **Lei nº 14.993, de 25 de abril de 2024. Institui o Programa Combustível do Futuro**. [S. l.: s. n.], 2024. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 abr. 2024. Acesso em: 28 maio 2025. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.993-de-25-de-abril-de-2024-550189241>. Citado na p. 14.

BRASIL, P. G. -. R. **ESG**. [S. l.: s. n.], 2025. <https://www.pactoglobal.org.br/esg/>. Acesso em: 9 jun. 2025. Citado na p. 13.

CARRA, T. A. **Metodologia para Avaliação de Desempenho Ambiental em Aeroportos e sua Aplicação no Aeroporto Internacional de Viracopos, Campinas (SP)**. 2011. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP. Citado na p. 18.

COMMERCE, I. T. A. -. U. D. of. **Brazil – Civil Aviation. Brazil Country Commercial Guide**. [S. l.: s. n.], 2023. Publicado em: 4 dez. 2023. Acesso em: 11 jun. 2025. Disponível em: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/brazil-civil-aviation>. Citado na p. 14.

GIVONI, M.; BANISTER, D. The Role of Accessibility in the Sustainable Transport System. *In*: BAFFOUR, A. S. S.; TUFFOUR, Y. A.; AGYEMANG, W.; APPIAGYEI, R. (ed.). **Sustainable Mobility and Transport**. [S. l.]: Emerald Publishing Limited, 2017. p. 23–39. DOI: 10.1108/978-1-78714-832-820171002. Citado na p. 14.

GRI. **Normas GRI Consolidadas**. Portuguese. Amesterdão, 2025. Acedido a: 10 de novembro de 2025. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-portuguese-translations/>. Citado nas pp. 33, 38.

HQE, A. **Referencial Técnico de Certificação AQUA-HQE™: Edifícios Não Residenciais**. São Paulo, 2021. Acedido a: 10 de novembro de 2025. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/wp-content/uploads/2023/12/rtaqua-hqe-edificiosnao-residenciais-2021.pdf>. Citado na p. 42.

ICAO. **Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management**. 2nd. Montreal, 2008. Citado nas pp. 20, 38.

ICAO. **Sustainable Aviation Fuels (SAF)**. Acesso em: 28 maio 2025. 2025. Disponível em: <https://icao.assyst-uc.com/sustainable-aviation-fuels-saf>. Citado na p. 20.

INITIATIVE, G. R. **GRI Standards: Foundation 2021**. Amsterdam: GRI, 2021. Acesso em: 9 jun. 2025. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/standards/gri-standards-download-center/>. Citado na p. 21.

ISO14040. **ISO 14040:2015: Environmental management systems — Requirements with guidance for use**. Genebra, 2015. Acedido a: 10 de novembro de 2025. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/37456.html>. Citado na p. 42.

ISO14090. **ISO 14090:2019: Adaptation to climate change — Principles, requirements and guidelines**. Genebra, 2019. Acedido a: 10 de novembro de 2025. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/68507.html>. Citado na p. 42.

JIA, X.; BUYLE, S.; MACÁRIO, R. Developing an airport sustainability evaluation index through composite indicator approach. **Journal of Air Transport Management**, v. 113, 2023. Acesso em: 28 maio 2025. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2023.102469. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2023.102469>. Citado na p. 18.

MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, C. M. sobre. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1991. Tradução de R. de Aguiar et al. (Relatório Brundtland). Citado na p. 13.

MESTRE, J. F.; OLIVEIRA, F. L. M. de; MELLO, F. S. B. F. de. Airport site selection: A review of methods and criteria. **Transportes**, v. 23, n. 4, p. 18–27, 2015. ISSN 2237-1346. DOI: 10.14295/transportes.v23i4.896. Citado na p. 14.

NAÇÕES UNIDAS, O. das. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS**. [S. l.: s. n.], 2025. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 9 jun. 2025. Citado na p. 13.

NOGUEIRA, M. V.; MEIRA, L. H.; ANDRADE, M. O. d. Conducting a critical evaluation of the sustainable performance of Brazilian airports engaged in the Sustainable Aerodromes Project. **Transportation Research Procedia**, v. 82, p. 1578–1593, 2025. Acesso em: 28 maio 2025. DOI: 10.1016/j.trpro.2024.12.142. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.12.142>. Citado na p. 19.

ORGANIZATION, I. C. A. **Trends in Emissions that affect Climate Change**. [S. l.: s. n.], 2025. https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/ClimateChange_Trends.aspx. Acesso em: 11 jun. 2025. Citado nas pp. 14, 20.

PESQUISA ENERGÉTICA, E. de. **Balanco Energético Nacional 2023: ano base 2022**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Acesso em: 9 jun. 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>. Citado na p. 14.

RAIMUNDO, R. J.; BALTAZAR, M. E.; CRUZ, S. P. Sustainability in the airports ecosystem: a literature review. **Sustainability**, MDPI, Basel, v. 15, n. 16, p. 12325, 2023. Acesso em: 24 maio 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/16/12325>. Citado nas pp. 17, 18.

SANTOS, A. J.; ROVEDA, S. R. M. M.; MANCINI, S. D.; VIEIRA, H. E. M.; ROVEDA, J. A. F. **Indicadores de Desempenho Ambiental Reportados por**

Aeroportos: Uma Análise dos Aeroportos Brasileiros. [S. l.: s. n.], 2020. Trabalho acadêmico. Citado na p. 18.

Anexo A - Declaração do Uso de IA Generativa

O autor utilizou o ChatGPT (versão 4) e o Gemini (IA assistente desenvolvida pelo Google) como ferramentas de apoio no processo de confecção deste trabalho. O uso dessas tecnologias foi limitado-se às seguintes funções:

- Aprimoramento da Gramática e Escrita: As IAs foram empregadas para refinar a gramática, otimizar a clareza e a fluidez do texto, e melhorar a legibilidade geral do conteúdo.
- Adequação de Templates e Formatação Técnica: O Gemini foi utilizado como assistente na adequação de tabelas e estruturas ao template LaTeX, conforme a formatação ABNT.

Após o uso dessas ferramentas de IA, o autor revisou e editou o conteúdo integralmente, validando os dados, fórmulas e referências metodológicas, para manter o controle e a responsabilidade autoral sobre a substância e a precisão do trabalho.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 18 de novembro de 2025	3. DOCUMENTO Nº DCTA/ITA/TC-098/2025	4. Nº DE PÁGINAS 52
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Índice de Sustentabilidade de Aeroportos Brasileiros			
6. AUTORA(ES): Ana Carolina Vinhas Mioni Rodrigues			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELA AUTORA: Índice; Sustentabilidade; Aeroporto			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Aeroportos; Desenvolvimento sustentável; Índices; Gestão ambiental; Transportes			
10. APRESENTAÇÃO: <input checked="" type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Internacional Trabalho de Graduação, Divisão de Engenharia Civil-Aeronáutica, ITA, São José dos Campos, 2025. 52 páginas. Orientador: Prof. Dr. Giovanna Ronzani Borille. Publicada em 2025.			
11. RESUMO: <p>A crescente demanda por responsabilidade ambiental e social no mundo impõe ao setor aeronáutico e aeroportuário a necessidade de métricas objetivas de sustentabilidade. No Brasil, o Programa Aeroportos Sustentáveis da Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC, 2025b) configura-se como um instrumento de incentivo de caráter não regulatório, com o propósito de acompanhar o desenvolvimento da gestão ambiental em aeroportos brasileiros. A adesão ao programa é voluntária e a forma de submissão de dados é autodeclaratória. Por esse motivo, são geradas lacunas na padronização e na quantificação do desempenho sustentável dos aeroportos no país. Assim, este trabalho propôs um Índice de Sustentabilidade de Aeroportos para mitigar essa lacuna, oferecendo uma ferramenta padronizada para a avaliação do setor aéreo, em termos de mensuração de resultados de forma quantitativa e avaliando o planejamento de longo prazo. A metodologia adotada foca na criação de dois índices complementares: o IS-Operação (IS-Op), voltado para o desempenho dos aeroportos em funcionamento, e o IS-Planejamento (IS-Plan), que aborda o impacto de longo prazo relacionado à escolha do sítio aeroportuário e à fase de concepção do projeto. Os índices foram construídos por meio da simplificação dos critérios usados no Programa Aeroportos Sustentáveis e da definição de indicadores quantitativos, ponderados priorizando a mensuração de resultados em detrimento de processos. Observa-se que o Índice de Sustentabilidade de Aeroportos Brasileiros representa um primeiro passo para a consolidação de uma análise quantitativa no Brasil, mas sugere-se, para trabalhos futuros, a expansão do número de indicadores e a revisão dos pesos mediante métodos de otimização para aumentar a robustez do modelo.</p>			
12. GRAU DE SIGILO: <input checked="" type="checkbox"/> OSTENSIVO <input type="checkbox"/> RESERVADO <input type="checkbox"/> SECRETO			