

SIGMA

SOLUÇÕES PARA A INTEGRAÇÃO E GESTÃO DA MOBILIDADE AÉREA

Integração da mobilidade aérea urbana à mobilidade
no desenvolvimento sustentável das cidades





Equipe SIGMA



**Prof. Dr. Marcelo
Xavier Guterres**



**Prof. Dr. Flávio
Mendes Neto**



**Profa. Dra. Mayara Condé
Rocha Murça**



**Prof. Dr. Daniel Alberto
Pamplona**



MSc. Marcelo Saraiva Peres



**MSc. Lucas Orbolato
Carvalho**



**Gabriel Luiz Goulart
Rufino**



Igor Galhano Gomes



Jaqueline Fonseca Rodrigues



Rodrigo Mollo Furlan



Equipe SIGMA

P1 Inventário das legislações que exercem impacto nas operações de UAM (envolvendo eVTOL) no contexto do planejamento urbano.

Relatório de diretrizes e parâmetros normativos no âmbito da UAM com os requisitos legais estabelecidos.

P3 Relatório abordando uma revisão da literatura sobre metodologias utilizadas de integração de vertiportos em cenários urbanos.

Manual que propõe uma metodologia nacional para a seleção estratégica de locais e integração de vertiportos aos sistemas municipais de mobilidade.

P2

SIGMA-CITY

P4

P1 Relatório descritivo de revisão da literatura internacional sobre novas soluções para a gestão do tráfego aéreo visando à integração de operações AAM no espaçoaéreo

Relatório descritivo com a definição de cenários operacionais relevantes para simulação

P2

P3 Relatório descritivo com a definição de um framework de performance, abordando áreas e indicadores chave de desempenho, a ser utilizado para avaliação sistemática, padronizada e extensiva de cenários operacionais

Modelo computacional de simulação+ Relatório descritivo com os resultados da simulação e da análise comparativa dos cenários operacionais e com as recomendações derivadas da análise

P4



SIGMA



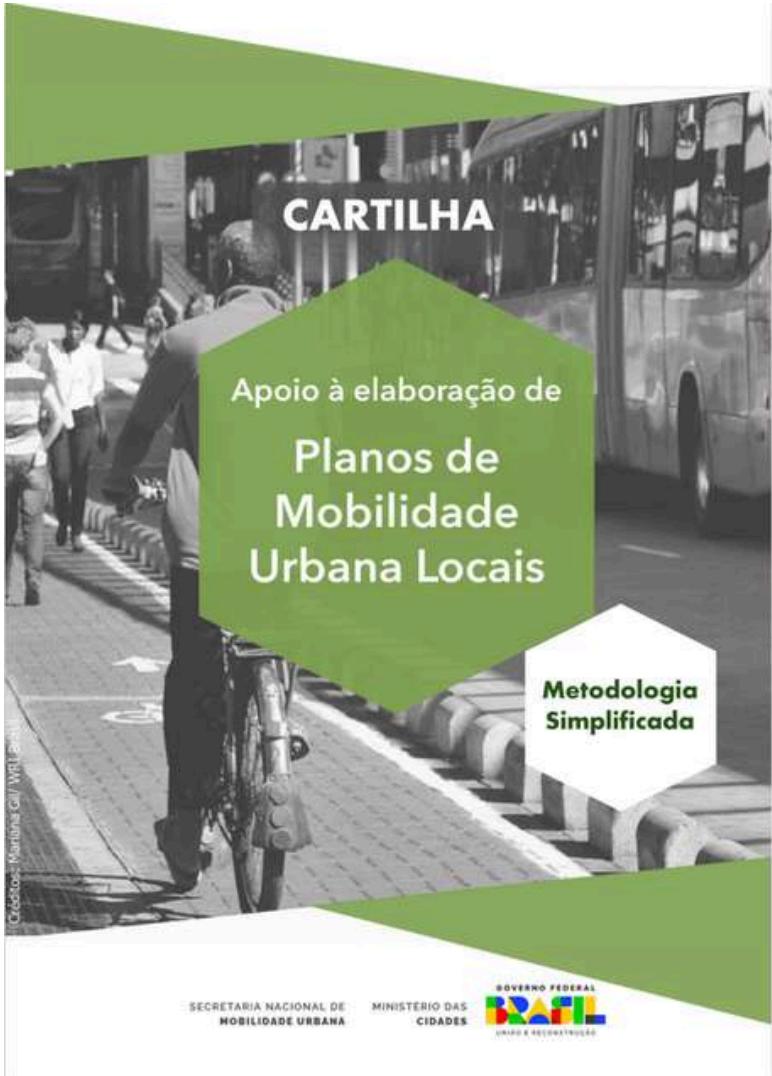
Prefeitura de
JACAREÍ



an **IGE2A** group company

PLANMOB JACAREÍ





- Acessibilidade universal
- Desenvolvimento sustentável das cidades
- Equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo
- Eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano
- Gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da política
- Segurança nos deslocamentos das pessoas
- Justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços
- Equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros
- Eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana

Planmob - Jacareí

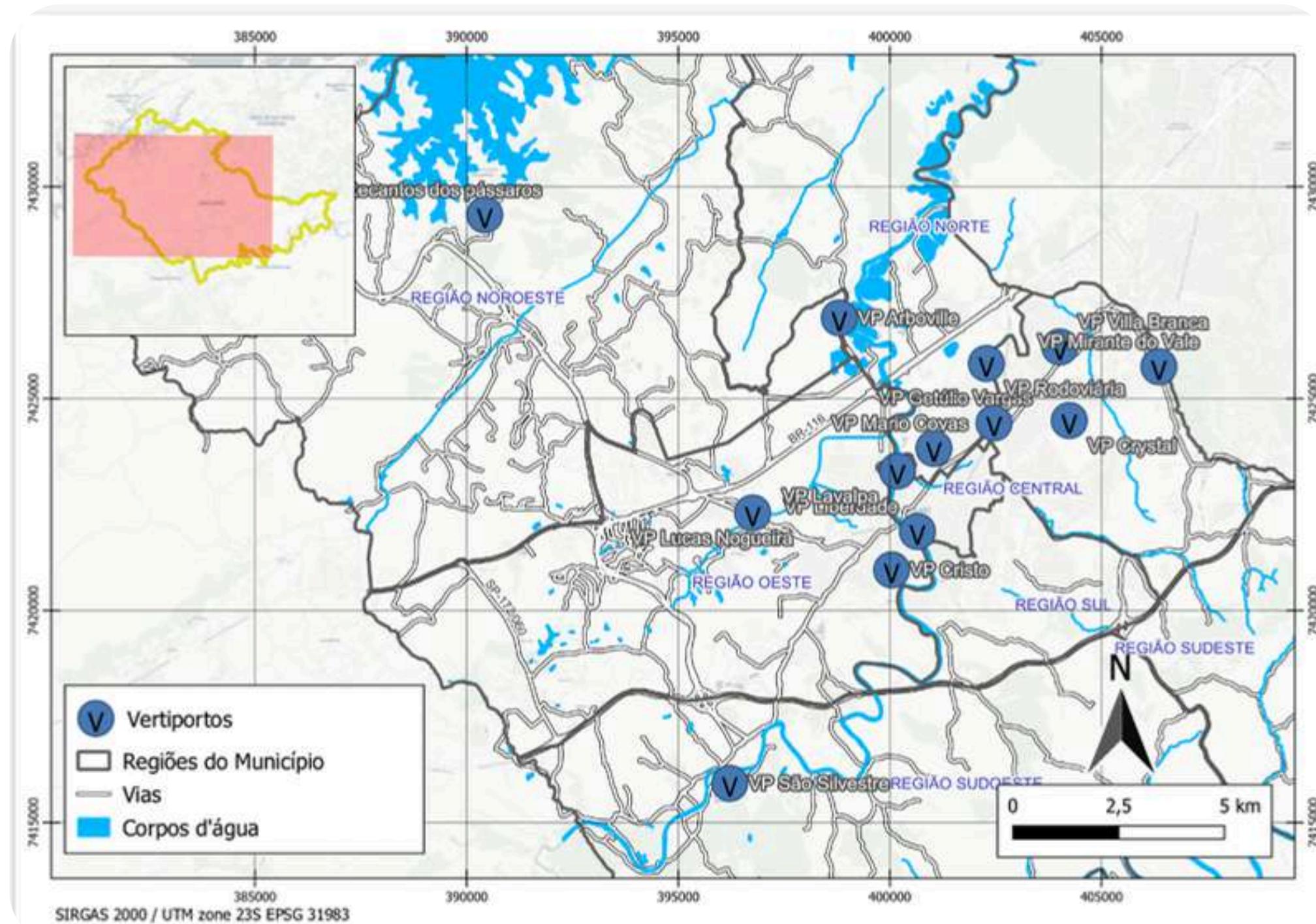


Foto: Localização de Vertiportos



Foto: Reunião Planmob

Planmob - Jacareí

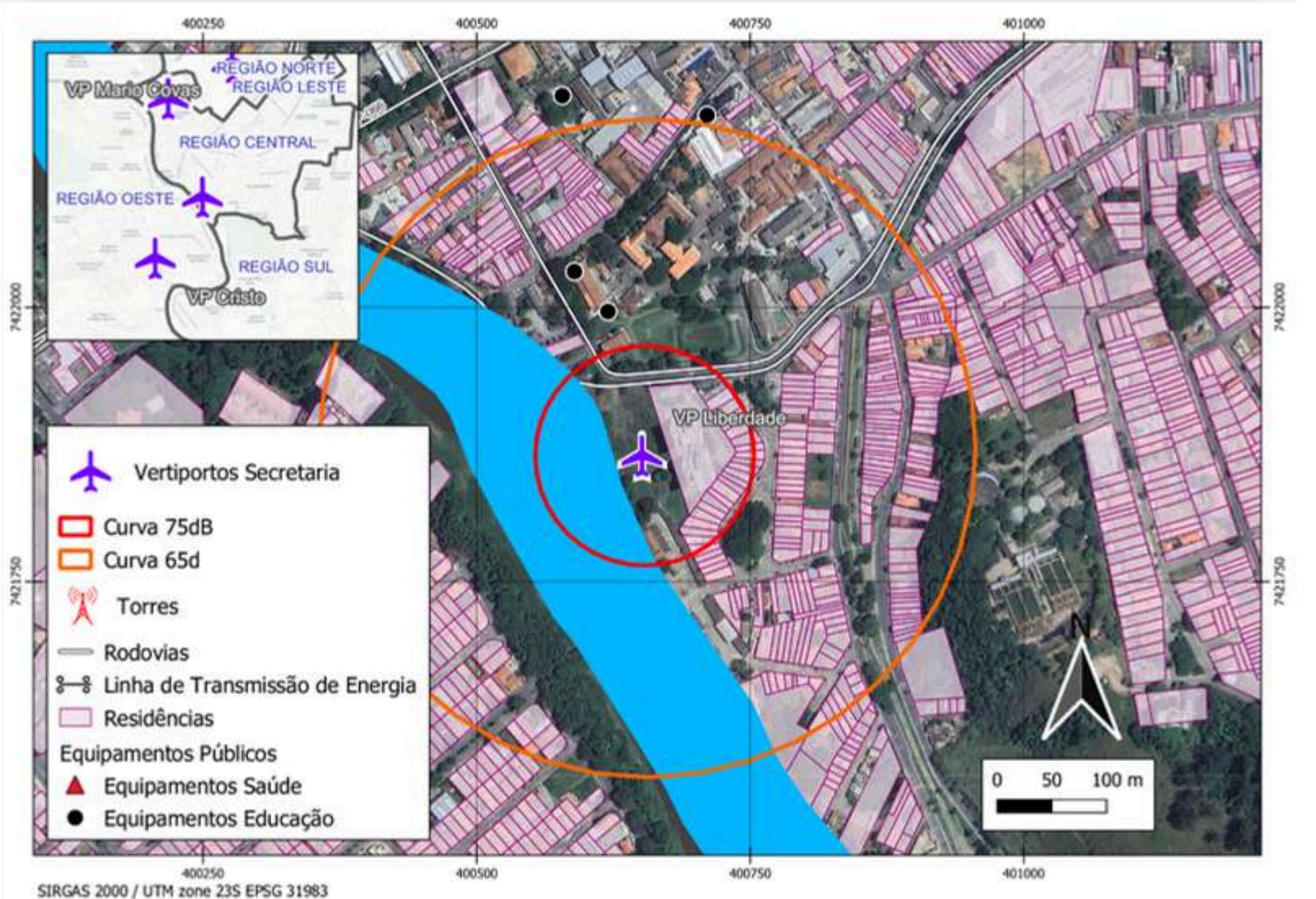


Foto: Análise de Ruído

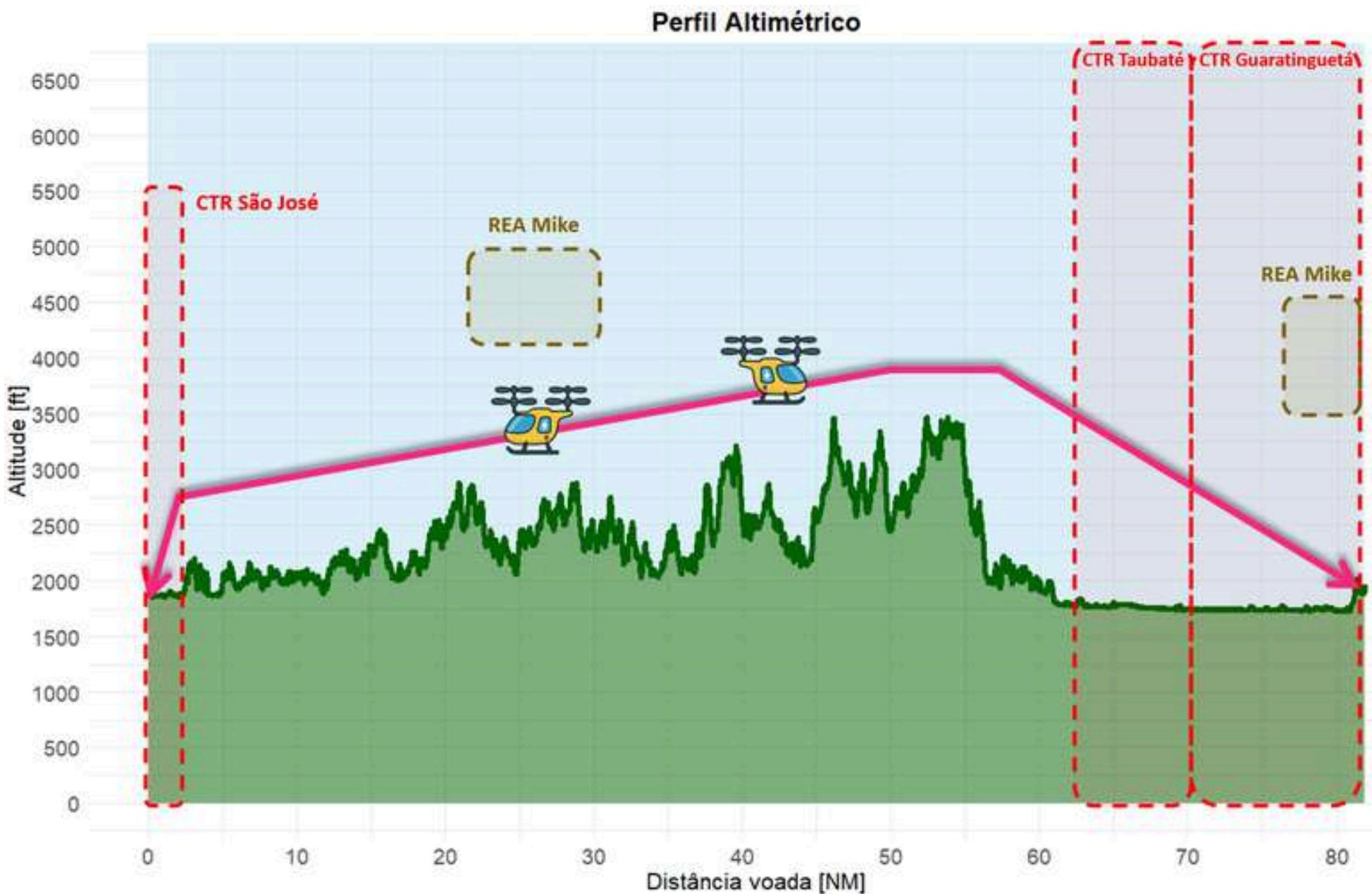
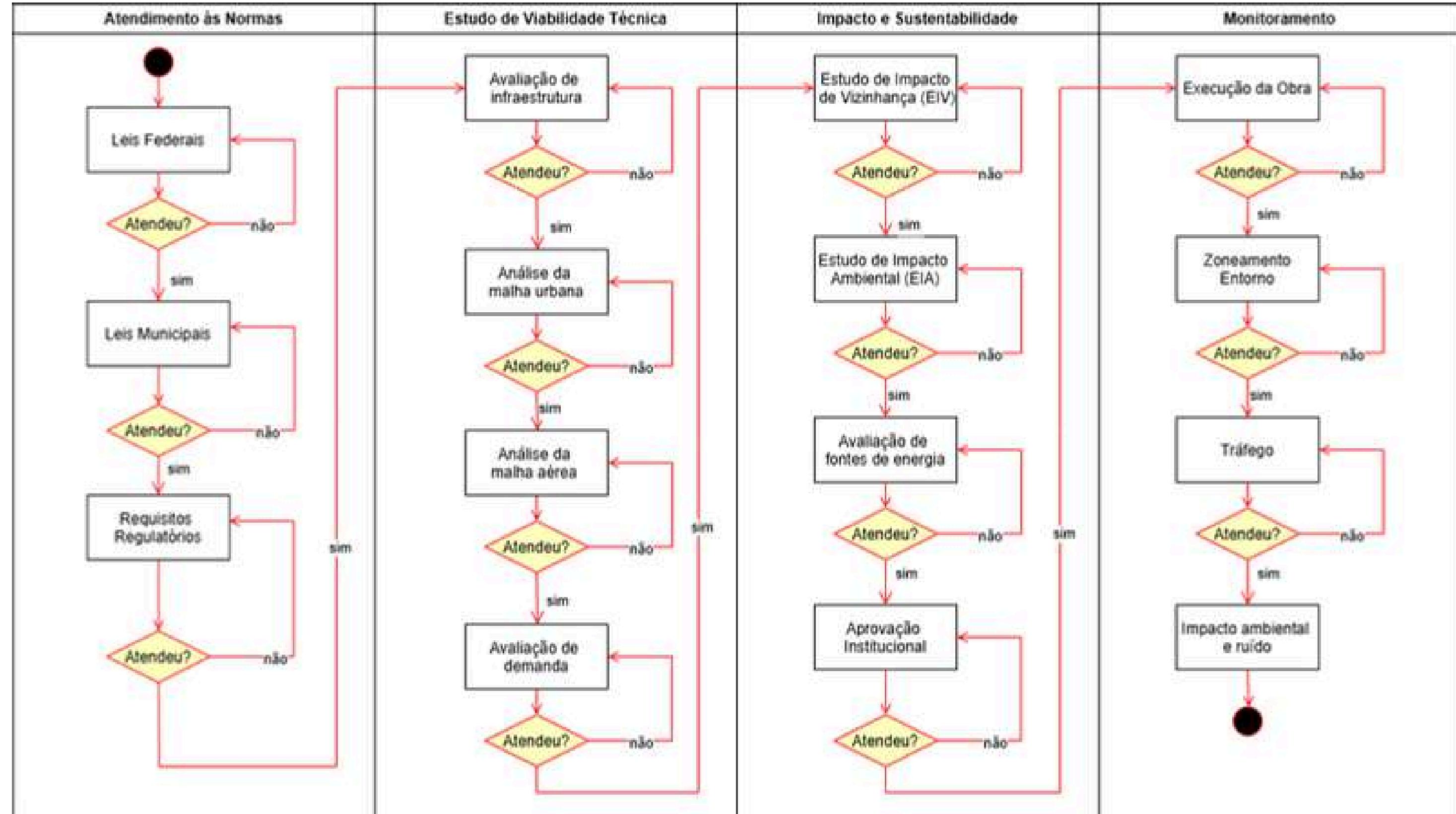


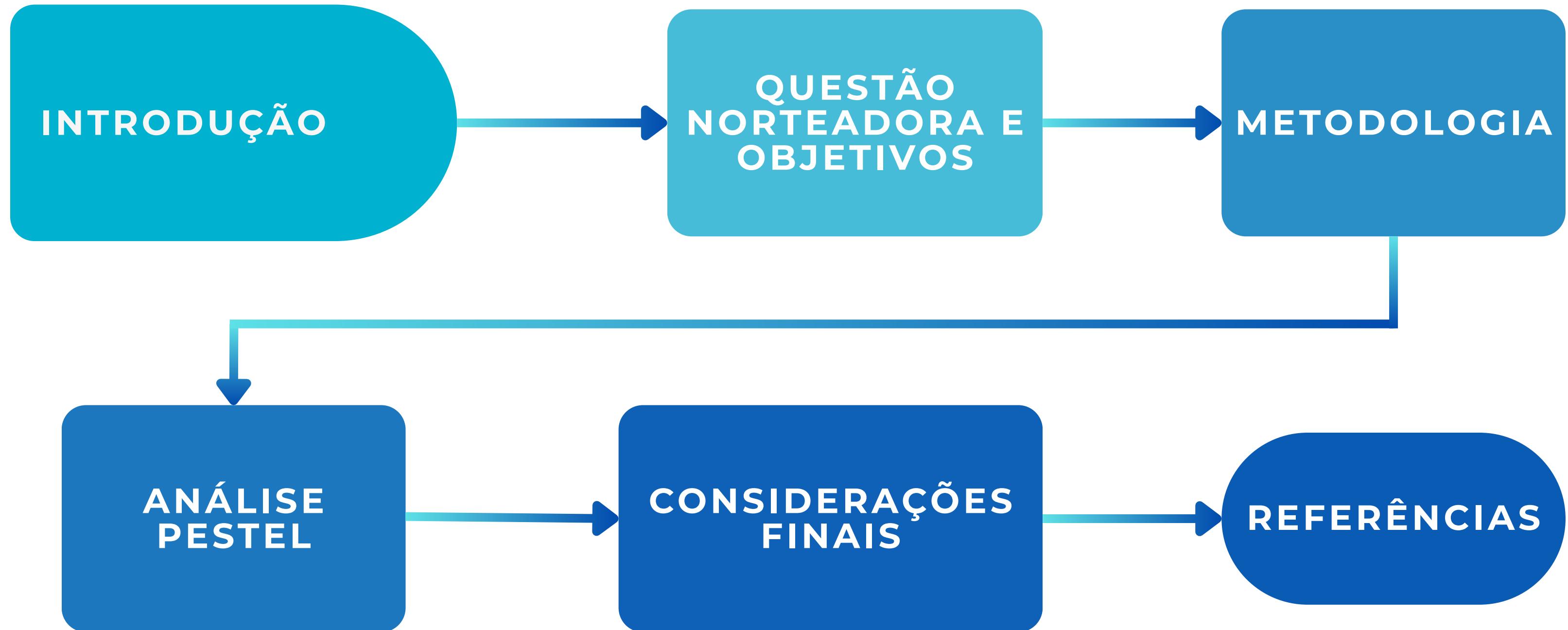
Foto: Análise de Corredor Aéreo:
Jacareí-Aparecida

Planmob - Jacareí



P1 INVENTÁRIO LEGISLATIVO PARA MOBILIDADE AÉREA URBANA





Inventário Legislativo para Mobilidade Aérea Urbana

INTRODUÇÃO





Introdução

O Que É?

- **UAM:** Novo modal de transporte aéreo urbano com eVTOLs
- **eVTOL:** Aeronaves elétricas de decolagem e pouso vertical

Por Que Regulamentar?

- Garantir segurança operacional
- Assegurar aceitação social
- Permitir integração urbana harmoniosa

Papel da Base Legal

- Orientar planejamento e implantação
- Definir padrões técnicos e operacionais
- Criar segurança jurídica para todos os atores

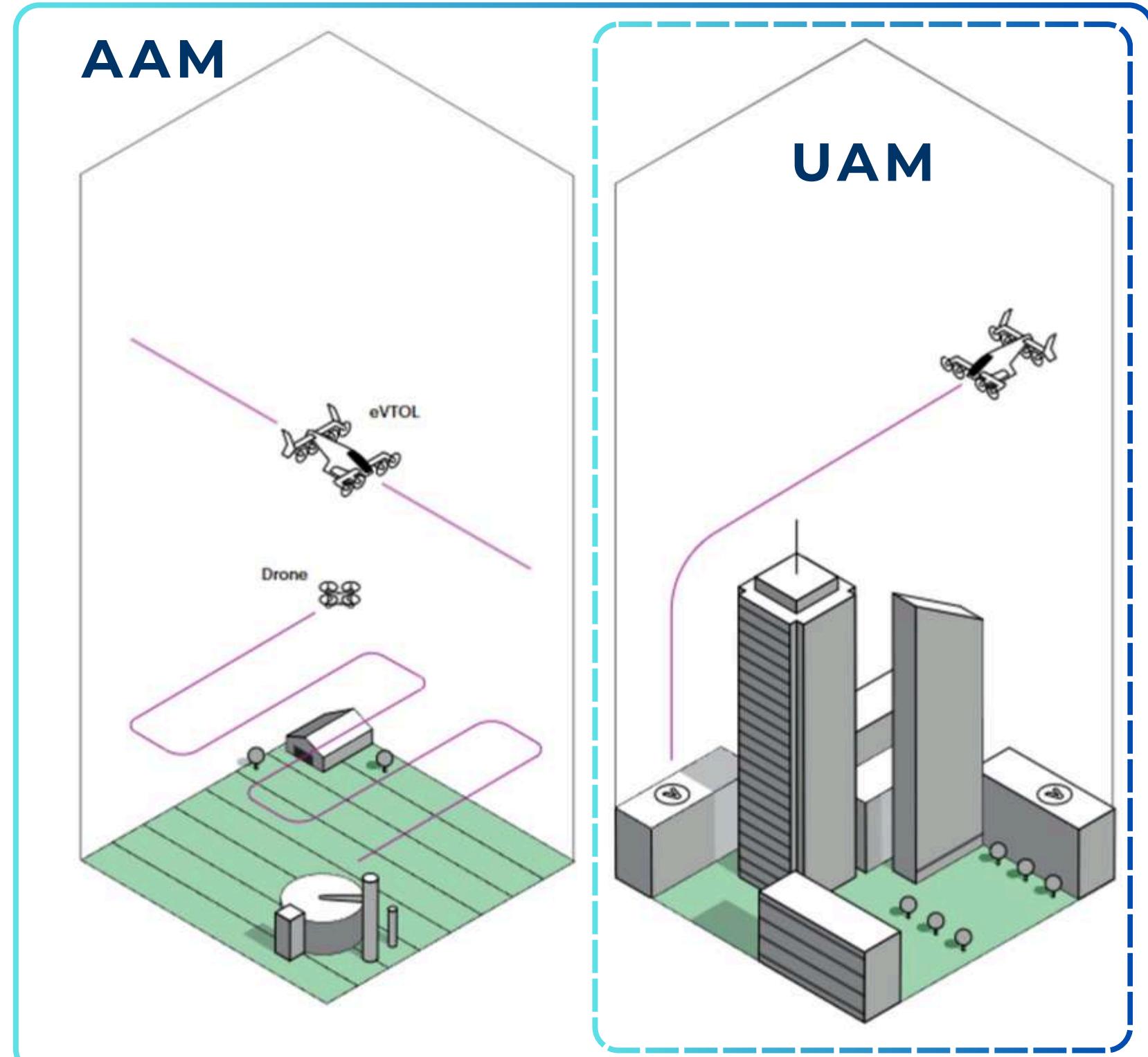


Foto: Blueprint/Airbus





**QUESTÃO NORTEADORA E
OBJETIVOS**





Questão Norteadora e Objetivo Geral

A questão norteadora consite em: Como identificar as legislações vigentes de **planejamento urbano** que impactam as operações **UAM** envolvendo **eVTOL**?

Modelo PESTEL

O **Objetivo Geral** da pesquisa é a Identificação das legislações vigentes de planejamento urbano que impactam as operações UAM envolvendo eVTOL.



Modelo PESTEL

Os objetivos específicos do referido estudo são:



Obter **legislação** aplicável à UAM e eVTOL.



Classificar segundo o modelo **PESTEL**.



Avaliação do impacto da legislação em cada fator PESTEL usando escala **Likert**



Indicar a **aderência** e as **lacunas** regulatórias frente à mobilidade aérea urbana.



METODOLOGIA



Definições Fatores - PESTEL



POLÍTICOS

Político: Refere-se à influência do governo, à formulação de políticas públicas e à estabilidade política que fundamentam o ecossistema UAM



AMBIENTAIS



ECONÔMICOS

Econômico: Trata da viabilidade financeira, custos, impacto econômico do ecossistema.



TECNOLÓGICOS



SOCIAIS

Social: Evidencia a percepção da sociedade que impactam a adoção e a integração da UAM



LEGAIS

Legal: Aborda estrutura hierárquica do ordenamento jurídico que rege a Mobilidade Aérea Urbana



Fluxograma da Coleta de Leis



IDENTIFICAÇÃO

651 documentos
(Web Scraping)

RBAC: 84 Leis: 427
ICA: 106 Outros: 30

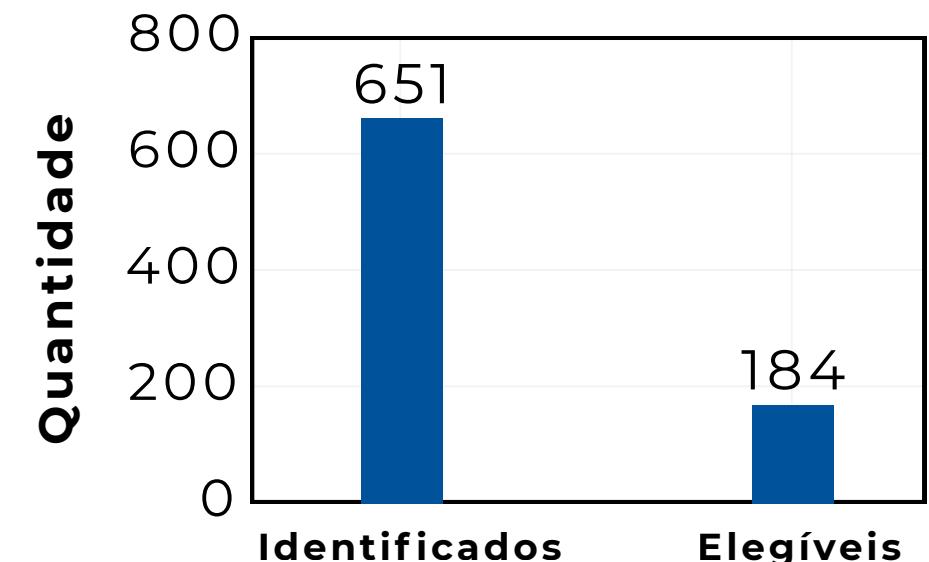
467 excluídos

RBAC: 59 Leis: 313 ICA: 71 Outros: 20

ELEGIBILIDADE

184 documentos
(Processamento via API)

• RBAC: 25 • Leis: 114
• ICA: 35 • Outros: 10



Legislação
federal

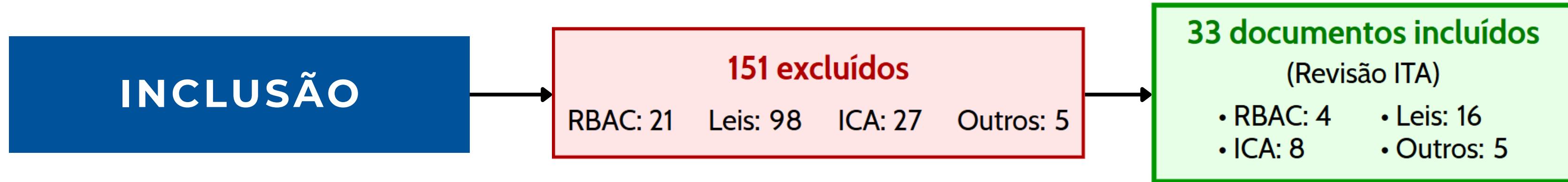


Regulamento
(RBACs)



Instruções
(ICA)

Figura: Fluxograma horizontal compacto do processo de seleção de documentos regulatórios



Cada legislação foi avaliada quanto ao seu impacto em cada fator PESTEL usando escala Likert⁵ de 5 pontos:

Valor	Classificação	Descrição
5	Muito Alto	Impacto direto e estruturante no fator
4	Alto	Impacto significativo e frequente
3	Moderado	Impacto relevante em aspectos específicos
2	Baixo	Impacto indireto ou em situações pontuais
1	Muito Baixo	Impacto marginal ou sem relação direta

Fator Legal

- 1 **Hierarquia 1** - Projetos de Lei: Proposições legislativas em tramitação, sem força normativa até aprovação.
- 2 **Hierarquia 2** - Atos Administrativos/Normativos: ICA, RBAC, Portarias, Alertas e Resoluções de agências reguladoras.
- 3 **Hierarquia 3** - Decretos e Normas Regulamentares: Decretos Presidenciais e Resoluções do CONAMA.
- 4 **Hierarquia 4** - Leis Ordinárias: Leis federais, estaduais e municipais aprovadas pelo Poder Legislativo.
- 5 **Hierarquia 5** - Leis Complementares: Normas que exigem quórum qualificado para aprovação.



ANÁLISE PESTEL

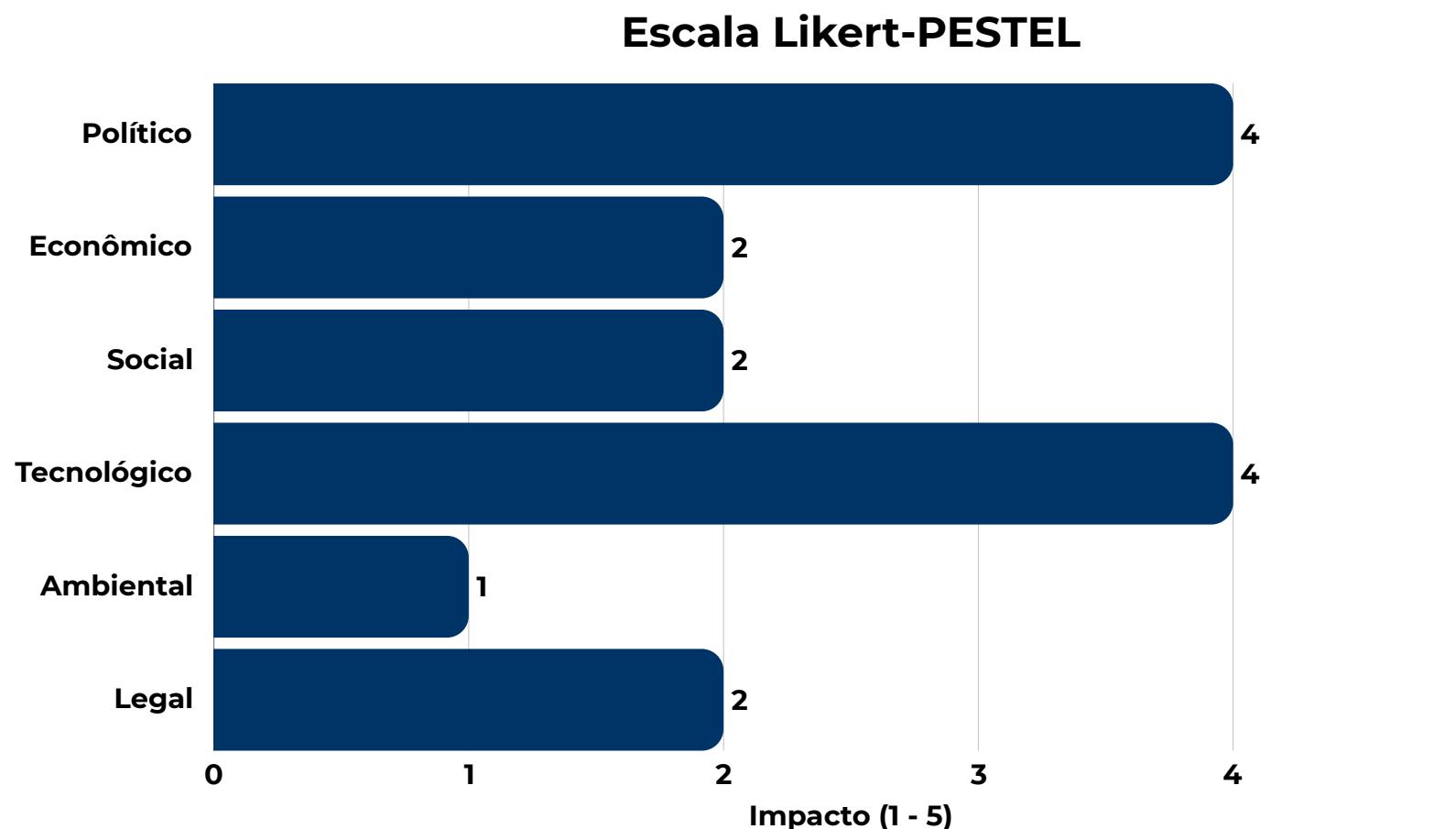


Alerta Operadores de Aeródromos n° 001/2023



Descrição Geral: O Alerta da ANAC estabelece as diretrizes para a infraestrutura terrestre de eVTOLs, parte do ecossistema de UAM.

Objetivo: Viabilizar a integração segura desse modal de transporte no ambiente urbano.

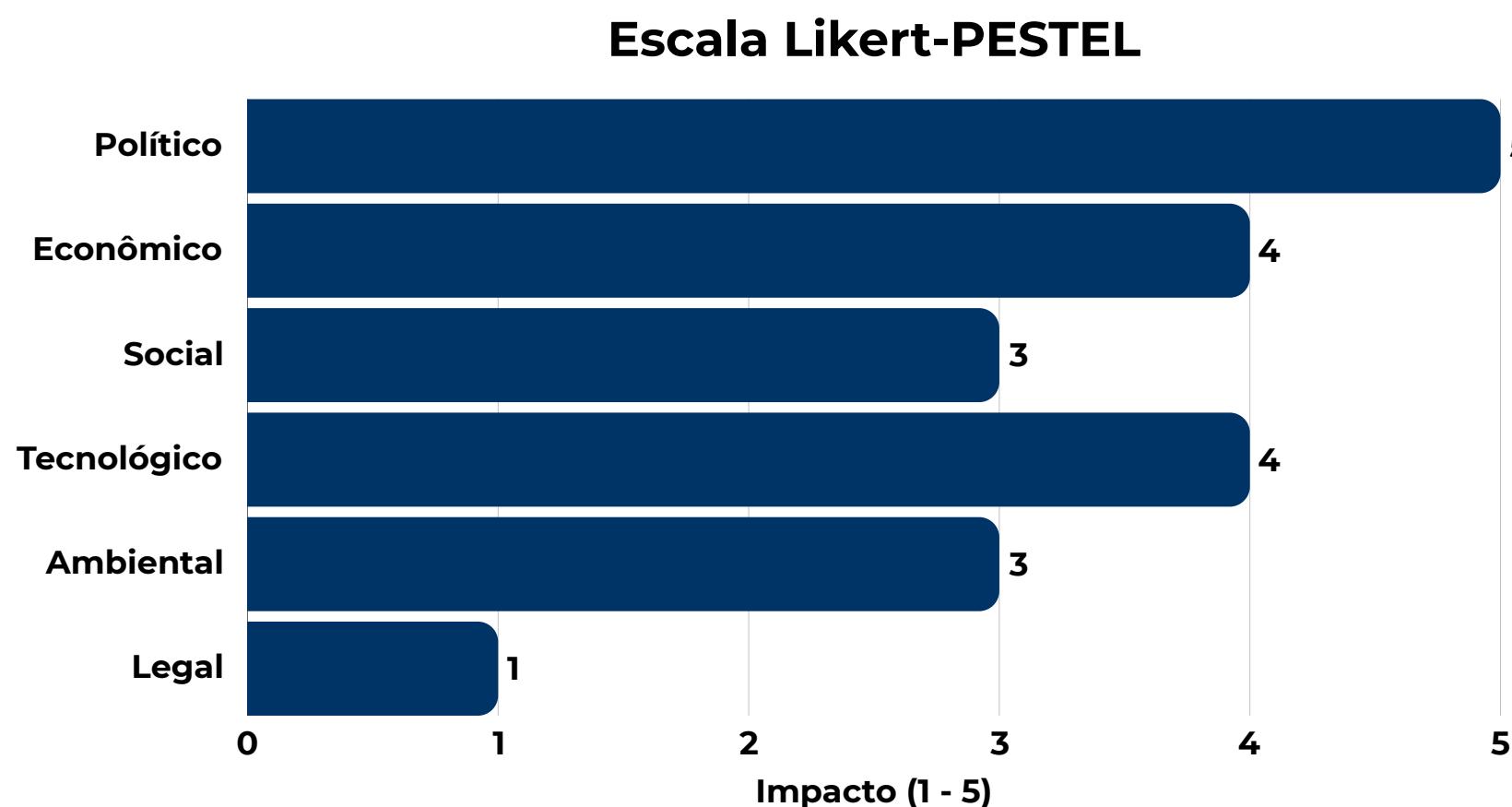


Projeto de Lei N° 743, de 2025



Descrição Geral: Cria o alicerce legislativo para consolidar a UAM no país e viabiliza a regulamentação de eVTOLs como um novo eixo de transporte.

Objetivo: Integração multimodal inteligente ao espaço aéreo urbano, visando o fomento à inovação tecnológica e econômica.

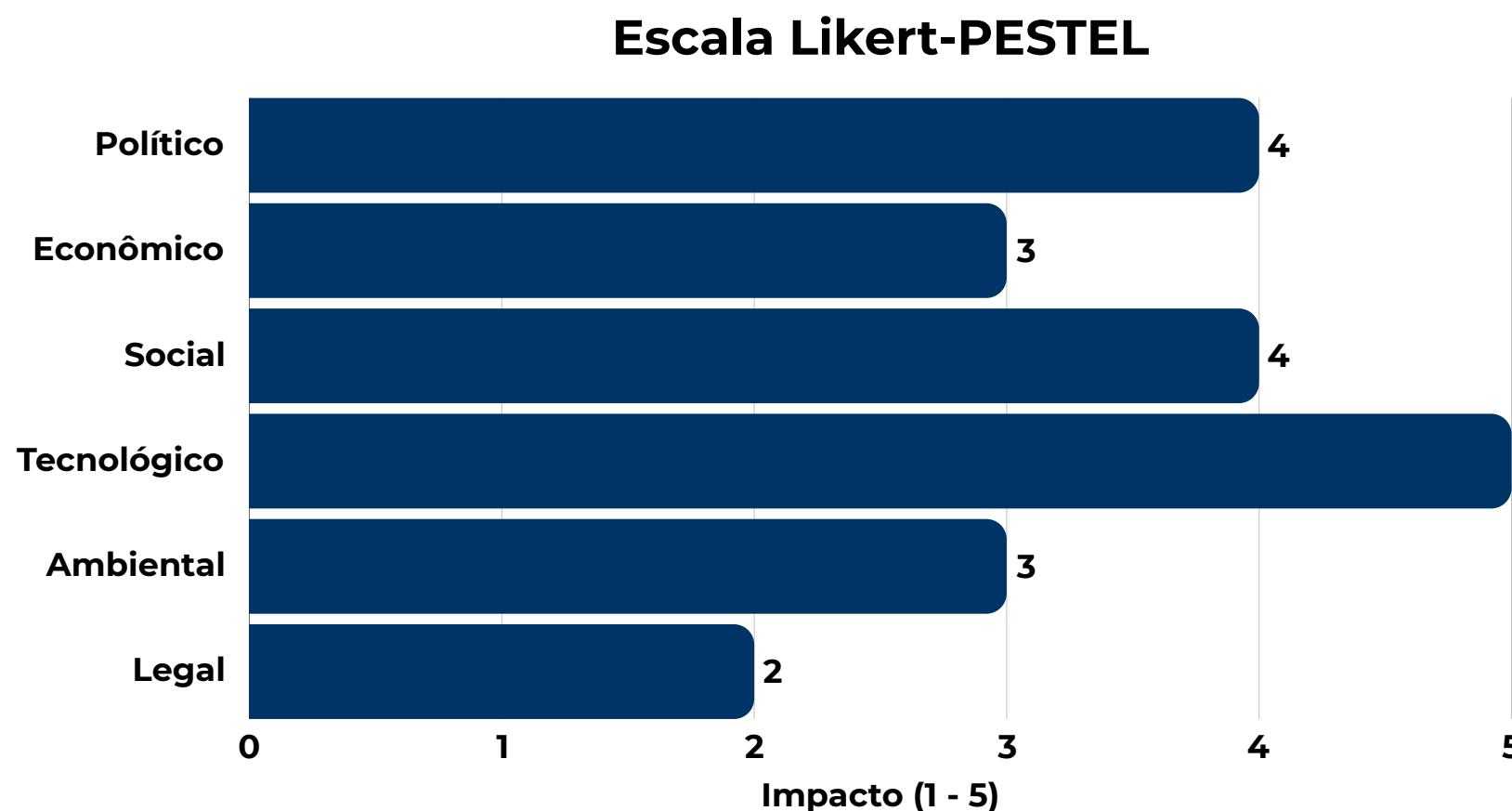


Concepção Operacional UAM Nacional - PCA 351-7



Descrição Geral: O documento constitui a Concepção Operacional nacional para a UAM no Brasil.

Objetivo: Viabilizar a UAM como uma nova opção de transporte aéreo no país.





Resumo dos Resultados

Leis

- 1.** Alerta aos Operadores de Aeródromos N° 001/2023
- 2.** Projeto de Lei N° 743, de 2025
- 3.** PCA 351-7 - Concepção Operacional UAM Nacional
- 4.** Lei N° 10.636/2002 - Recursos Originários CIDE
- 5.** Lei N° 10.257/2001 - Estatuto da Cidade
- 6.** RBAC N° 161 - Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos - PZR
- 7.** ICA 11-408 - Restrições aos objetos projetados
- 8.** Lei N° 6.938/1981 - Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)

P	E	S	T	E	L
4	2	2	4	1	2
5	4	3	4	3	1
4	3	4	5	3	2
4	5	3	1	3	4
5	3	5	2	4	4
3	2	5	2	4	2
4	2	3	5	2	2
4	3	3	2	5	4



CONCLUSÃO

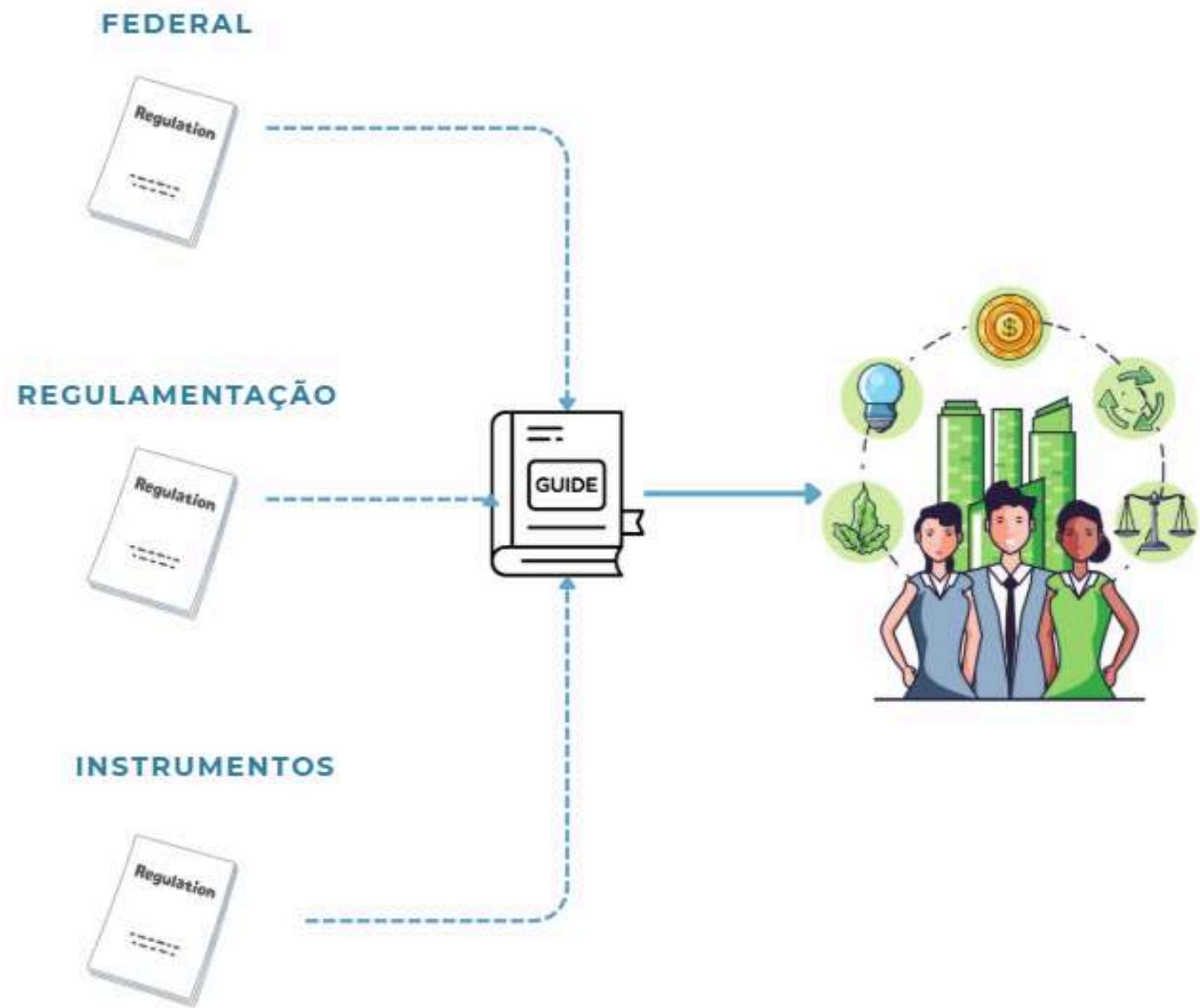


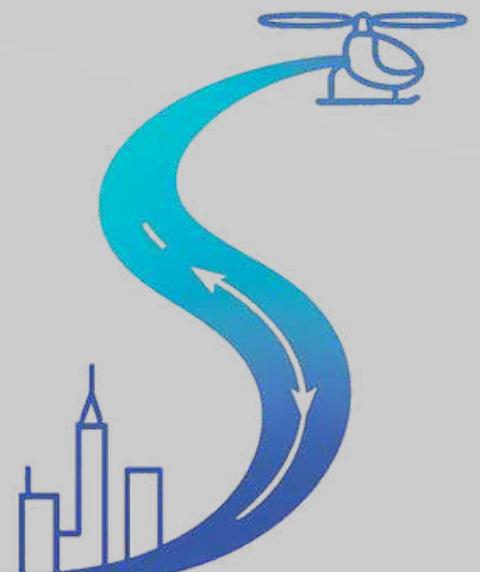
Considerações Finais

O presente estudo consolidou um mapeamento do arcabouço **jurídico-regulatório** aplicável UAM no Brasil, no âmbito do **planejamento territorial urbano**.

A análise **PESTEL (políticos, econômicos, sociais, tecnológicos, ambientais e legais)** complementou o estudo ao situar a **UAM** dentro de um contexto que envolve os diferentes fatores .

O estudo pode evidenciar **lacunas e desafios** para integrar a infraestrutura **UAM** ao território urbano e contribuir para o seu sucesso.





REFERÊNCIAS





Referências

- [1] <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2023/anac-apresenta-panorama-inedito-sobre-mobilidade-aerea-avancada-e-evtols>
- [2] <https://acubed.airbus.com/blueprint/>
- [3] YÜKSEL, Ihsan. **Developing a multi-criteria decision making model for PESTEL analysis.** International Journal of Business and Management, v. 7, n. 24, p. 52, 2012.
- [4] MOREIRA FILHO, José Lopes. **Python para linguística de corpus: guia prático.** Independently Published, 2021. ISBN 979-8589797800.
- [5] Norman, G. **Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics.** Adv in Health Sci Educ 15, 625–632 (2010). <https://doi.org/10.1007/s10459-010-9222-y>
- [6] <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulados/aeroportos-e-aerodromos/alerta-aos-operadores-de-aerodromos>



Referências



- [7] [https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:senado.federal:**projeto.lei;pl:2025;743**](https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:senado.federal:projeto.lei;pl:2025;743)
- [8] [https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/**PCA-351-7**](https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/PCA-351-7)
- [9] [https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:**lei:2002-12-30;10636**](https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:lei:2002-12-30;10636)
- [10] [https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:**lei:2001-07-10;10257**](https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:lei:2001-07-10;10257)
- [11] [https://pergamon.anac.gov.br/acervo/**63693**](https://pergamon.anac.gov.br/acervo/63693)
- [12] [https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/**ica-11-408**](https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-11-408)
- [13] [https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:**lei:1981-08-31;6938**](https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:lei:1981-08-31;6938)
- [14] [https://fcmf.org.br/jacarei-e-ita-lancam-**plano-pioneiro-de-mobilidade-aerea-urbana/**](https://fcmf.org.br/jacarei-e-ita-lancam-plano-pioneiro-de-mobilidade-aerea-urbana/)



Perguntas ou Sugestões?

Prof. Dr. Marcelo Xavier Guterres
MSc. Marcelo Saraiva Peres

LabGETA - Laboratório de Gestão do Espaço e Transporte Aéreo
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - **ITA**

Website: www.sigma.ita.br
Website: www.labgeta.ita.br
E-mail: guterres@ita.br

