

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



**Gabriel Luiz Goulart
Rufino**



**Jaqueline Fonseca
Rodrigues**



Rodrigo Mollo Furlan



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.

P2

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.

P4

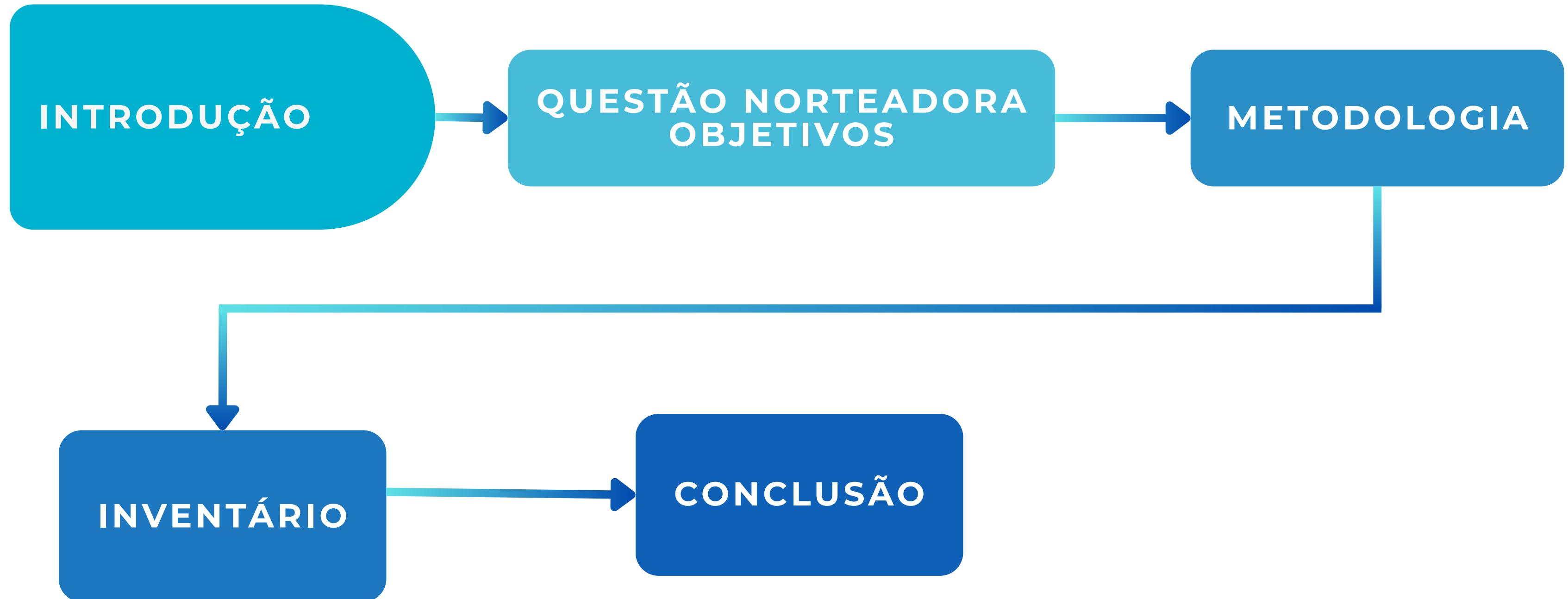
SIGMA-CITY





P1 INVENTÁRIO LEGISLATIVO PARA MOBILIDADE AÉREA URBANA





Inventário Legislativo para Mobilidade Aérea Urbana

INTRODUÇÃO





Introdução

UAM: novo modal aéreo que visa conexão interurbana com mais rapidez.

eVTOL: aeronaves de decolagem e pouso na vertical.

Por que normas importam? Sem base jurídico-regulatória clara, não há operação segura nem aceitação.

Função da base regulatória: orientar o planejamento, implantação e operação de vertiportos e espaço aéreo.

Resultado: prover segurança aos gestores, operadores, investidores e população em geral, facilitando o sucesso da UAM.

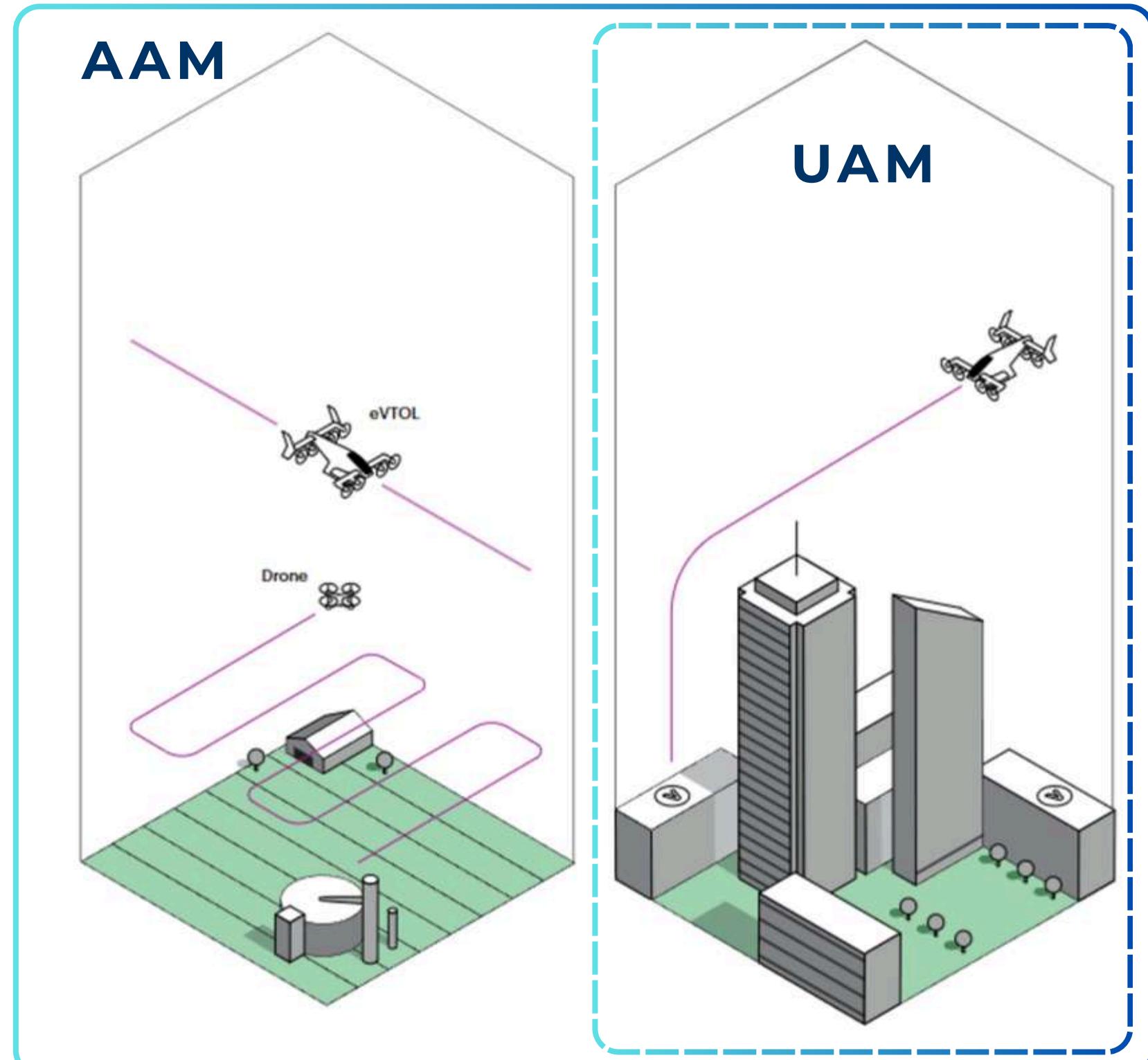


Foto: Blueprint/Airbus





**QUESTÃO NORTEADORA E
OBJETIVOS**





Questão Norteadora e Objetivo Geral

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

Modelo PESTEL

O Objetivo Geral consiste em identificar como contribuir para que a **UAM** cresça e alcance seus objetivos, integrando de forma eficaz os fatores **Políticos, Econômicos, Sociais, Tecnológicos, Ambientais e Legais**



3



Modelo Pestel

Os objetivos específicos do referido estudo são:

Levantar a legislação urbana aplicável à UAM/eVTOL.

Classificar os instrumentos segundo o modelo PESTEL.

Analisar os impactos da Legislação Federal, RBACs e ICA normas nas operações UAM (vertipontos, rotas, integração urbana).

Avaliar 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



1

IDENTIFICAÇÃO

651 documentos identificados
(Web Scraping)

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



Legislação
federal



Regulamento
(RBACs)



Instruções
(ICA)



Fluxograma da Coleta de Leis



1

ELEGIBILIDADE

464 documentos excluídos na elegibilidade

- RBAC: 54
- Leis: 314
- ICA: 69
- Outros: 23

187 documentos elegíveis

(Processamento via LLM)

- RBAC: 30
- Leis: 113
- ICA: 37
- Outros: 7



Legislação
federal



Regulamento
(RBACs)



Instruções
(ICA)



Fluxograma da Coleta de Leis



1

INCLUSÃO

152 documentos excluídos na inclusão

- RBAC: 25
- Leis: 96
- ICA: 29
- Outros: 2

35 documentos incluídos na análise final

(Revisão pela Equipe ITA)

- RBAC: 5
- Leis: 17
- ICA: 8
- Outros: 5



Legislação
federal



Regulamento
(RBACs)



Instruções
(ICA)





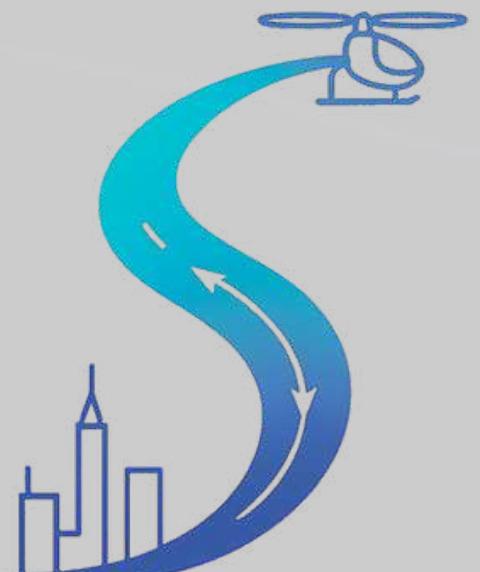
Cada legislação foi avaliada quanto ao seu impacto em cada fator PESTEL usando escala Likert⁵ de 5 pontos:

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.

SIGMAC



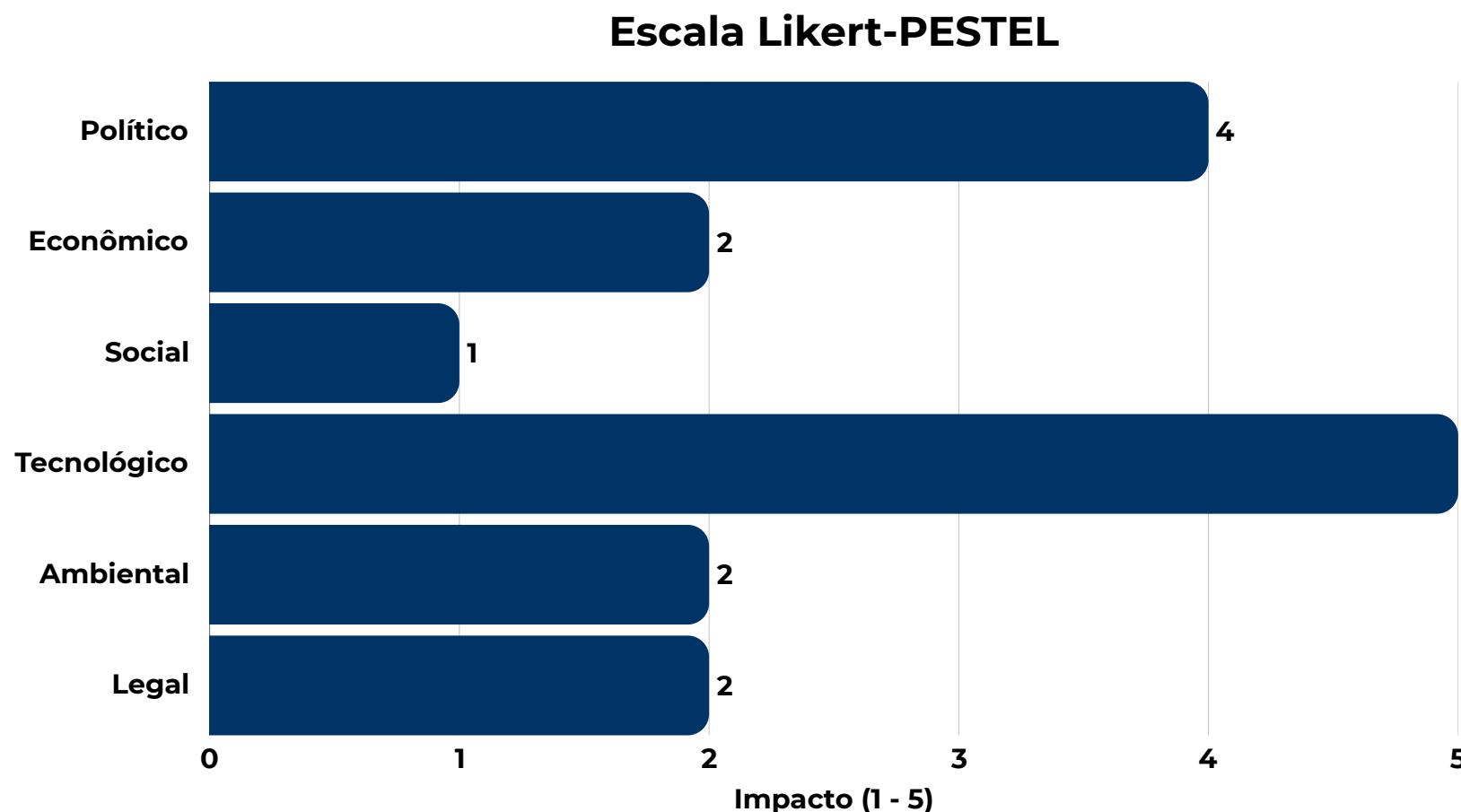
INVENTÁRIO



Alerta n° 001/2023

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

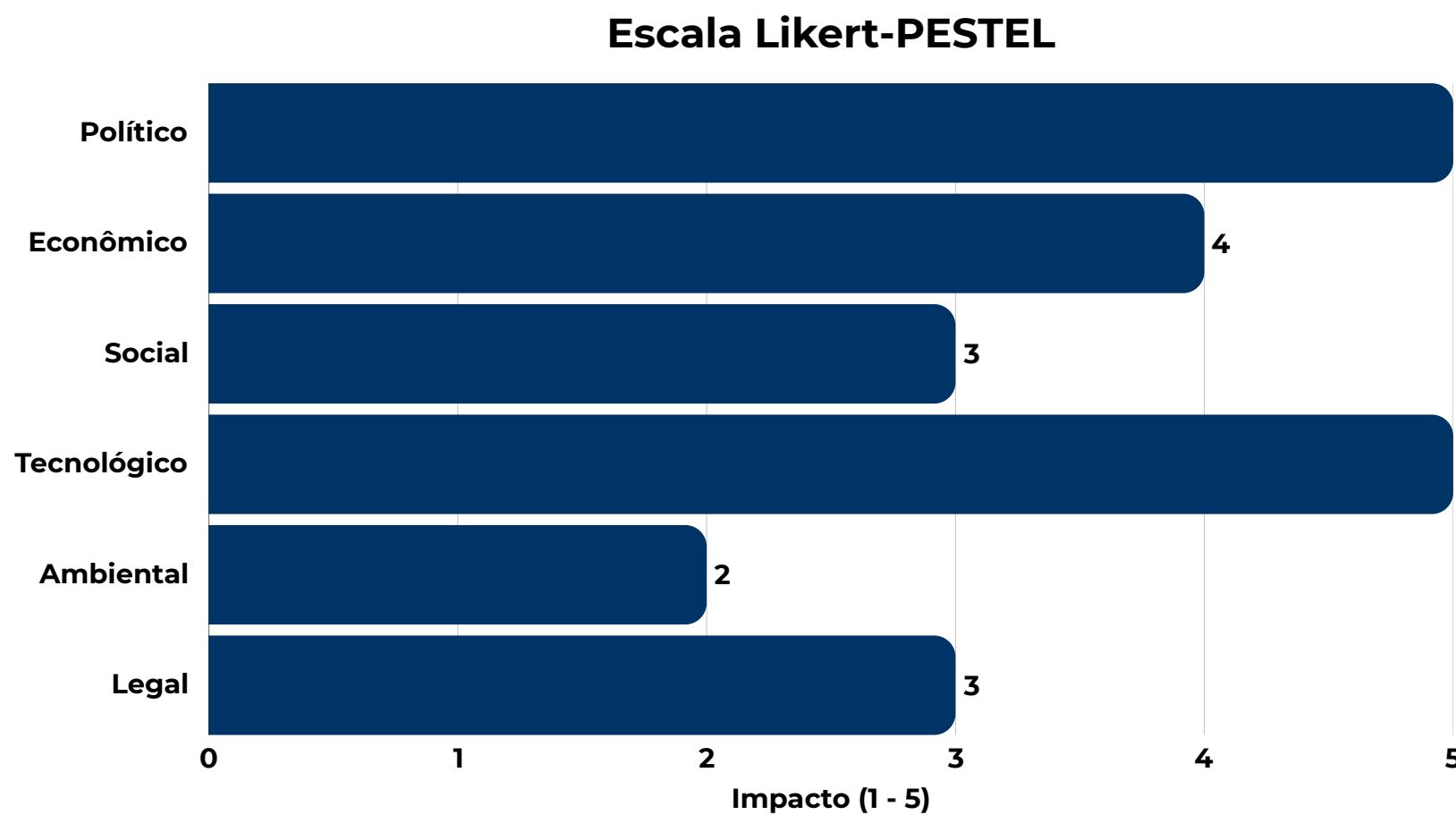
Objetivo: Viabilizar a integração segura desse modal de transporte no ambiente urbano.





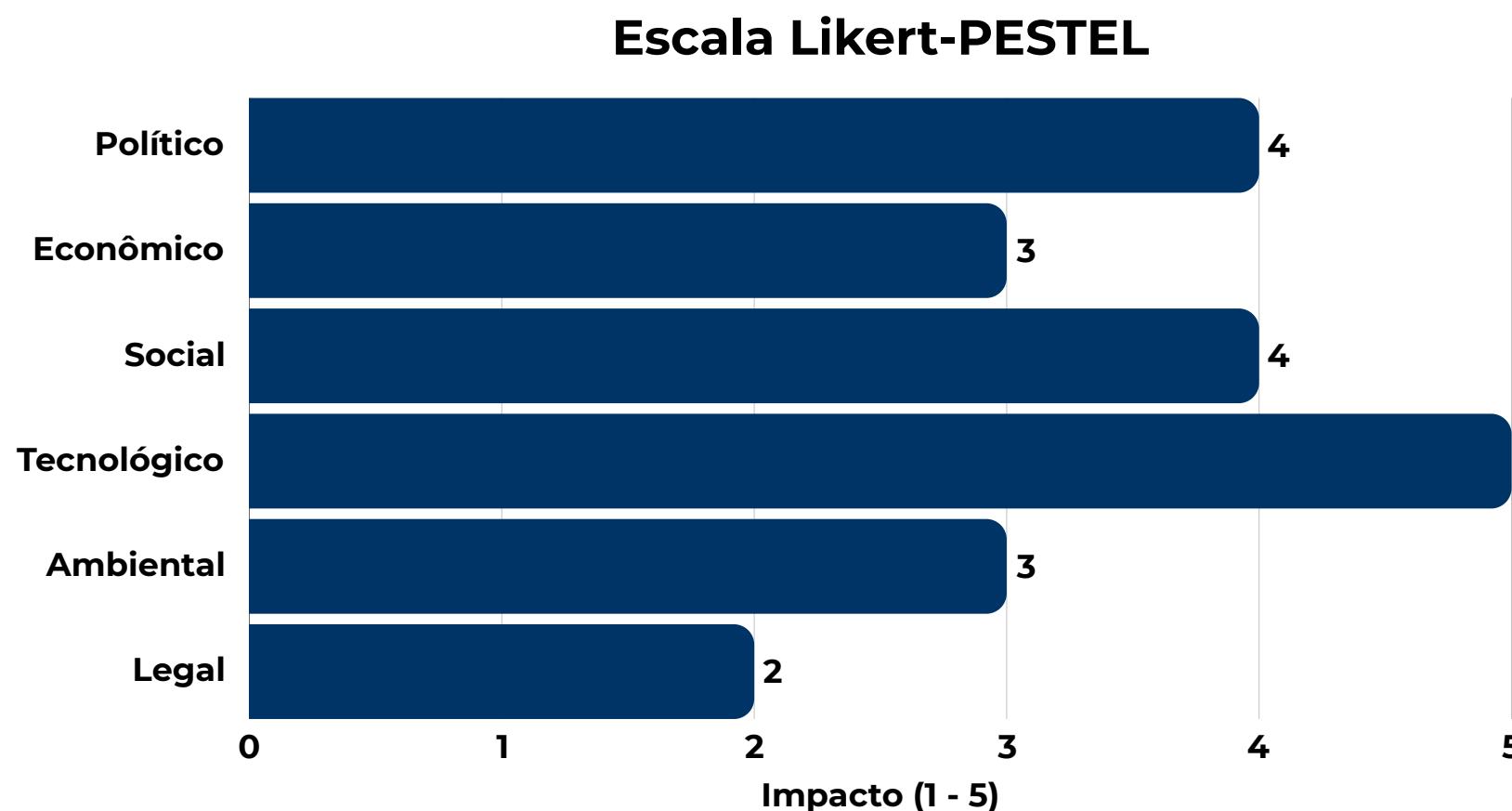
Descrição Geral: Institui o Ambiente Regulatório Experimental (**Sandbox Regulatório**)

Objetivo: Estabelece condições diferenciadas para que entidades jurídicas possam obter autorização temporária destinada a projetos inovadores na aviação civil.



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

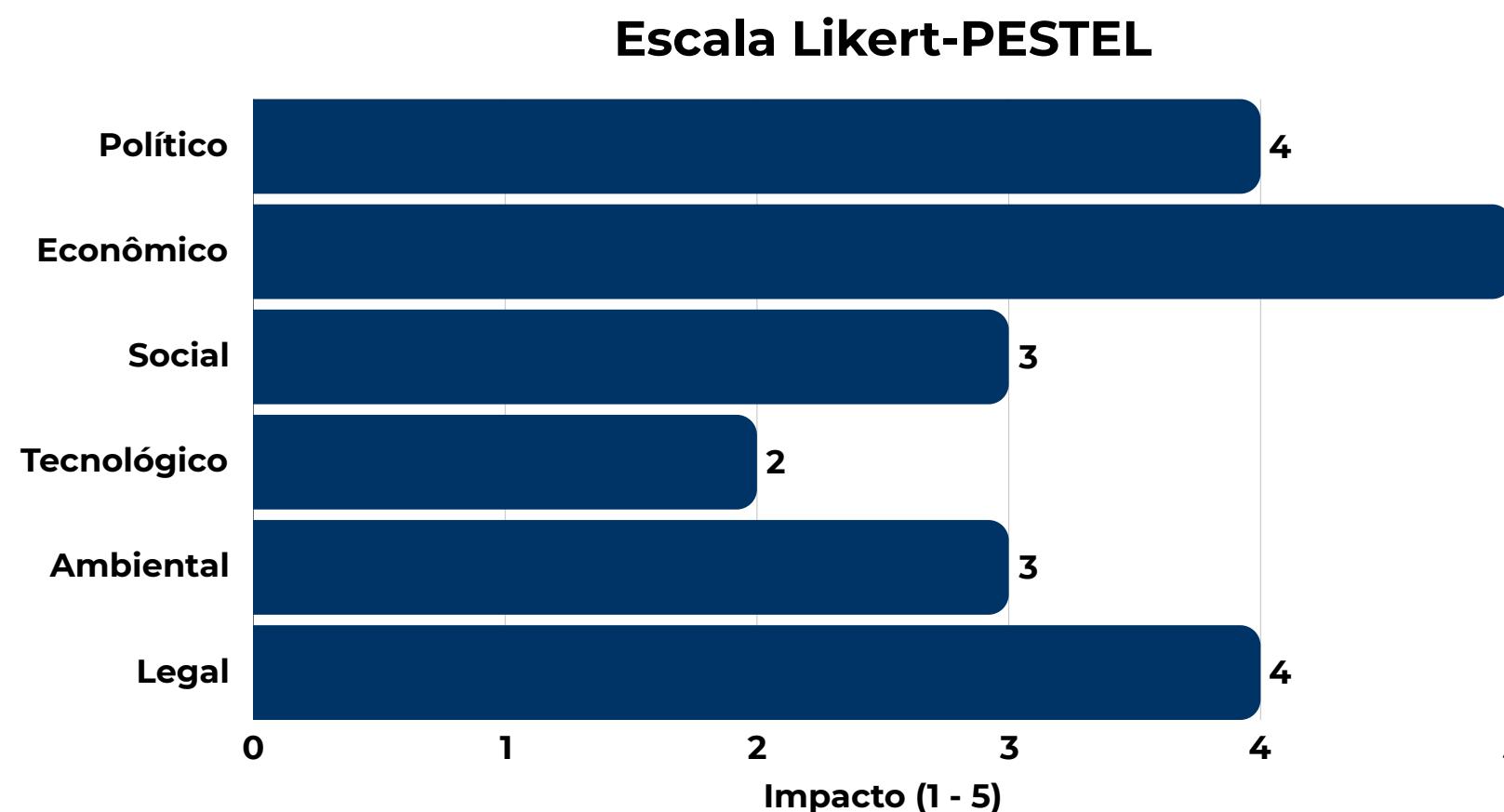
Objetivo: Viabilizar a UAM como uma nova opção de transporte aéreo no país.



Exemplo Econômico - Lei N° 10.636/2002

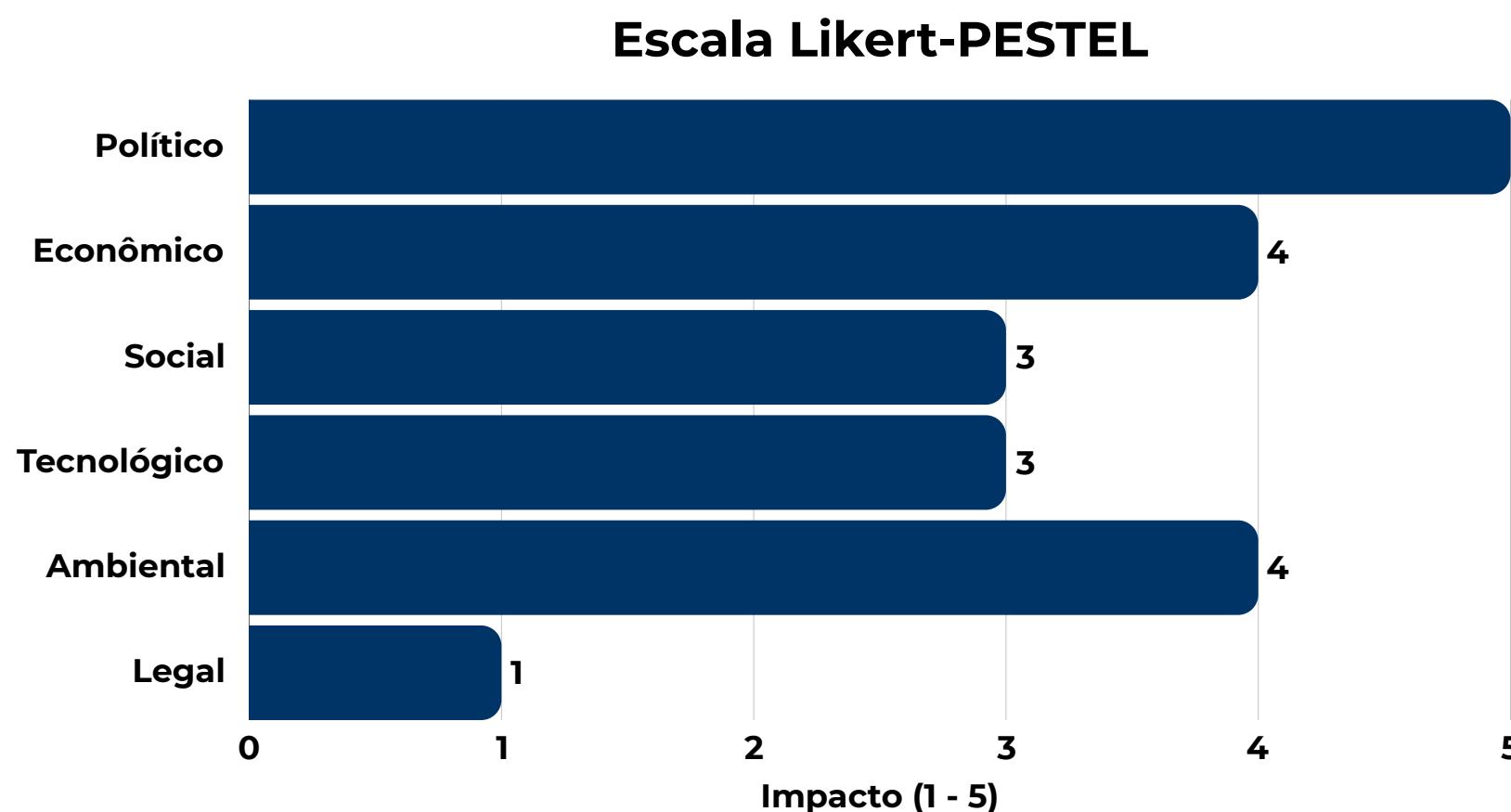
Descrição Geral: define as diretrizes para o uso dos recursos arrecadados por meio da **CIDE** (Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico)

Objetivo: Estruturar um ambiente propício para futuros investimentos em infraestrutura de suporte à UAM



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.

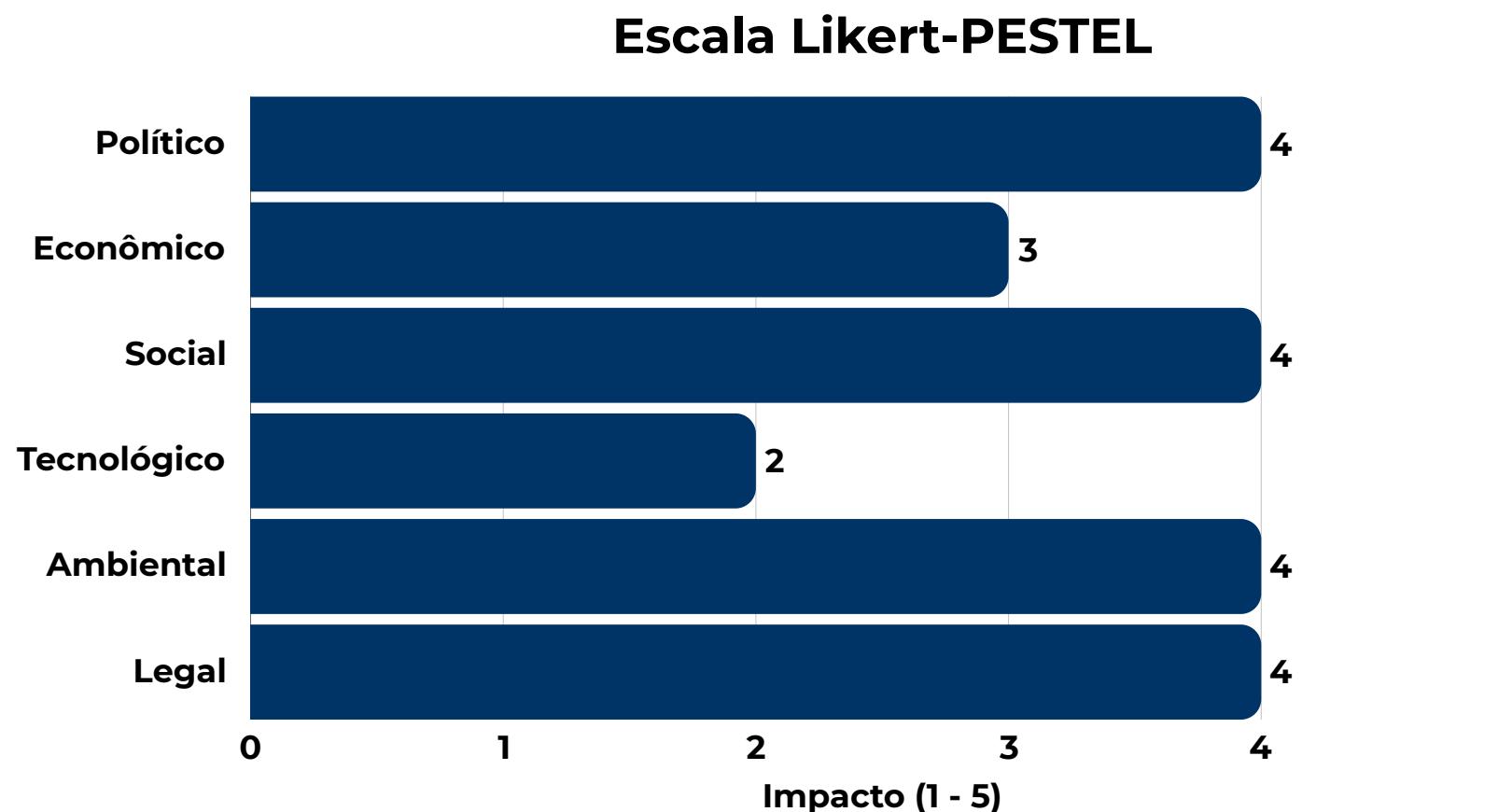


Exemplo Social - Lei N° 10.257/2001



Descrição Geral: O Estatuto da Cidade fornece o marco legal para integrar a infraestrutura (como vertiportos) ao tecido urbano .

Objetivo: Garantir uma implantação ordenada e integrada da UAM, promovendo o desenvolvimento urbano sustentável.

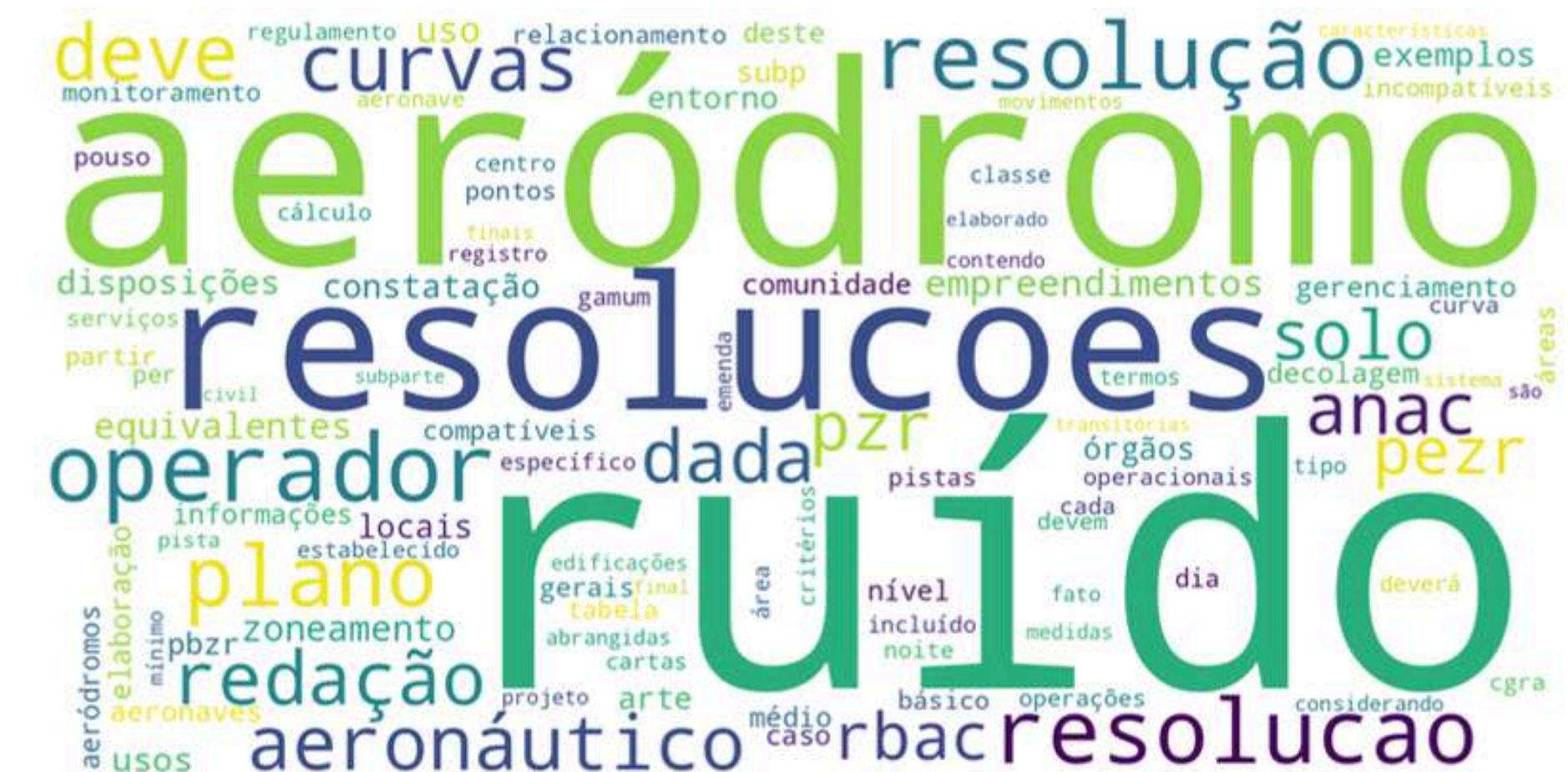
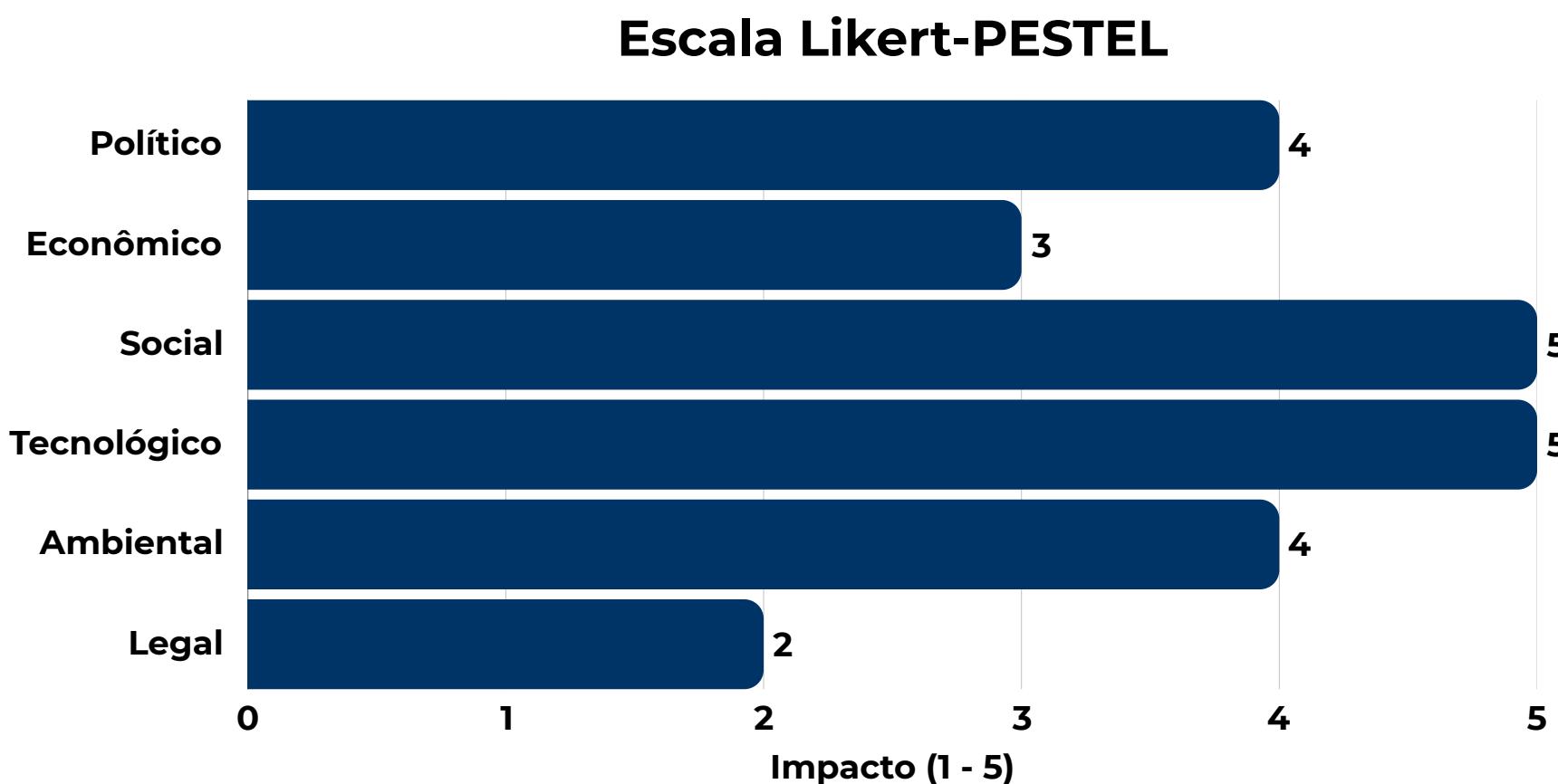


Exemplo - RBAC N° 161



Descrição Geral: Estabelece a estrutura legal para o **zoneamento de ruído aeronáutico** e fornece diretrizes essenciais para o planejamento territorial de vertiportos e sua integração no espaço urbano .

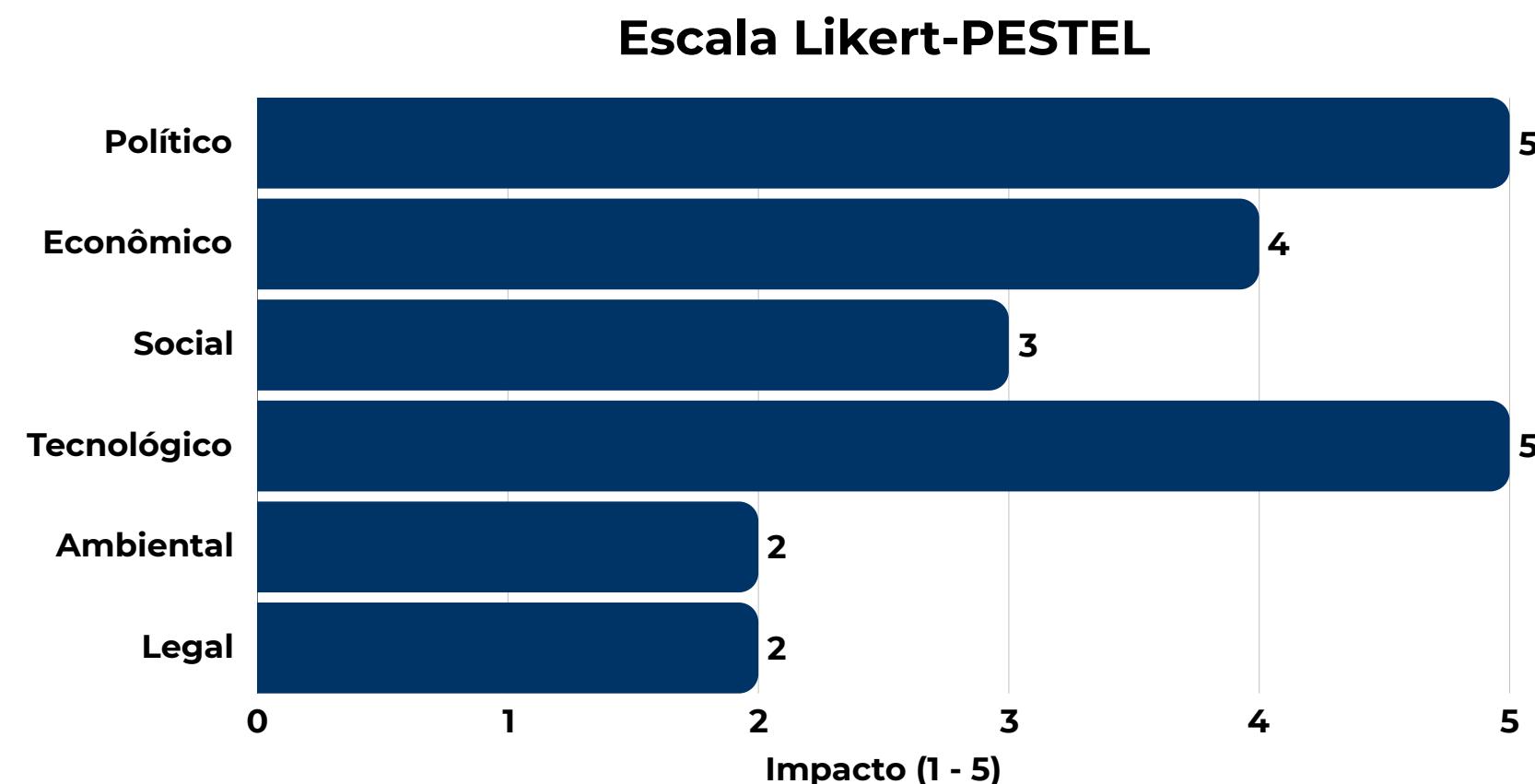
Objetivo: Garantir a coexistência harmoniosa da infraestrutura de UAM com as demais funções da cidade.



Exemplo Tecnológico - ICA 11-408



Descrição Geral: Estabelece restrições à projeção de objetos no espaço aéreo com base em Planos de **Zona de Proteção**, aplicáveis ao ordenamento territorial municipal e ao uso de propriedades no entorno de aeródromos, helipontos e rotas aéreas.



Objetivo: Garantir a segurança das operações aéreas através do controle do uso do solo no entorno de aeródromos.

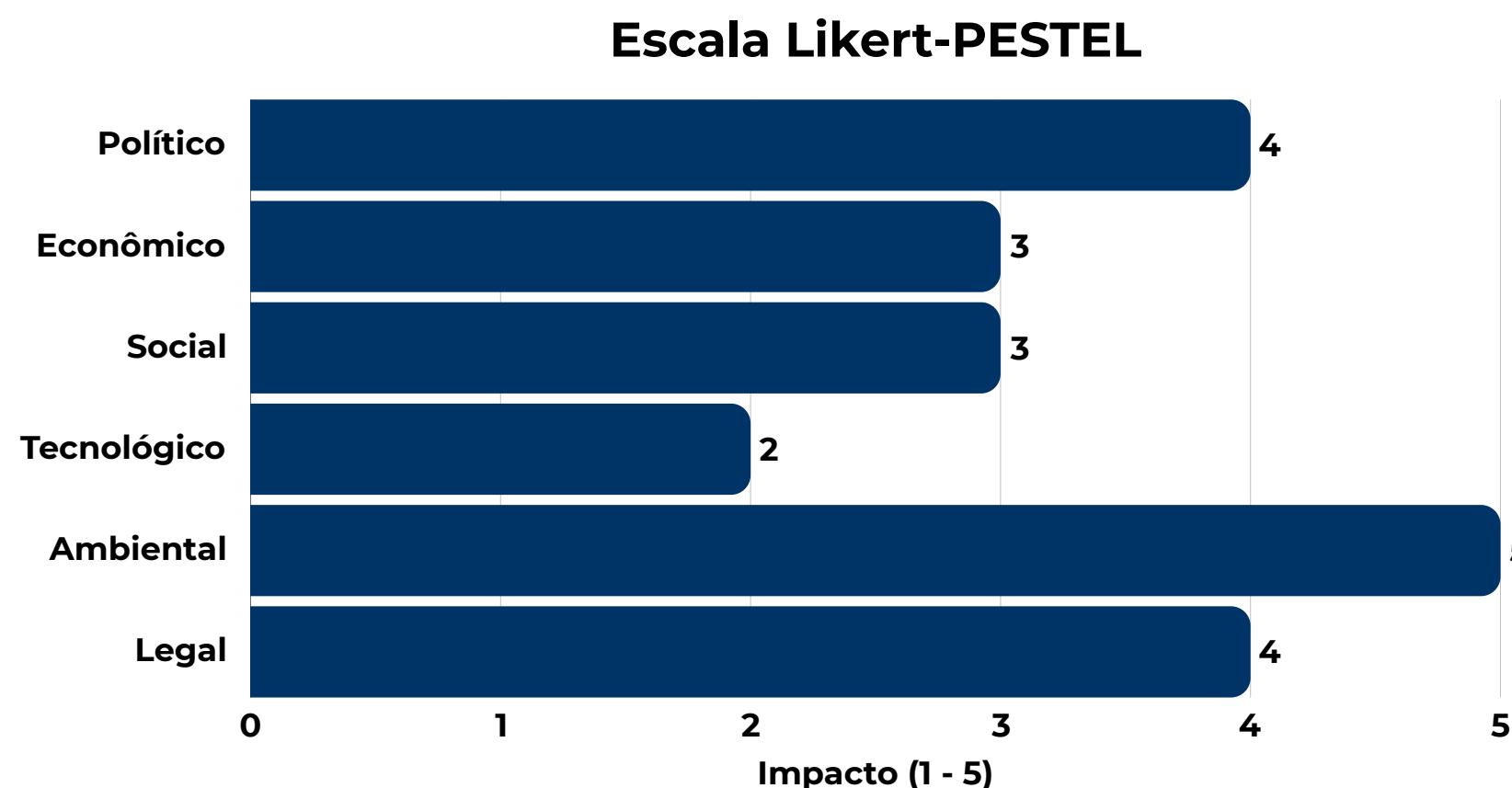


Exemplo Ambiental - Lei N° 6.938/1981



Descrição Geral: Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA): Estabelece a obrigatoriedade de **licenciamento ambiental** para infraestruturas e operações, aplicável a zoneamento ambiental, avaliação de impactos e criação de áreas protegidas .

Objetivo: Assegurar a compatibilização do desenvolvimento da UAM com a preservação ambiental e o ordenamento territorial.





Estrutura Relatório

RELATÓRIO DE ANÁLISE: DOCUMENTO UAM

1. CONTEXTUALIZAÇÃO E ENCAIXE NO PLANEJAMENTO URBANO

O Alerta aos Operadores de Aeródromos nº 001/2023, emitido pela Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária (SIA) em 19 de outubro de 2023, estabelece diretrizes iniciais para infraestruturas para veículos eVTOL. O propósito deste alerta é informar os operadores sobre as considerações a serem consideradas para áreas de pouso e decolagem desses veículos. Isso surge em função do desenvolvimento do ecossistema de Mobilidade Aérea da América Latina (AAM) e oferece uma base preliminar para os requisitos de infraestrutura, visando a segurança operacional no estágio atual do setor. A Figura 5.2 apresenta a nuvem de palavras referentes a esse documento:

2. VISÃO GERAL DO CONTEÚDO (NUVEM DE PALAVRAS)



Figura 5.2: Nuvem de Palavras do Documento.

3. QUADRO RESUMO DO DOCUMENTO

Resumo: Alerta aos Operadores de Aeródromos nº 001/2023		
• Base Regulatória Inicial: Propõe que a infraestrutura ou infraestruturas para eVTOL siga, com adaptações, as normas do RBAC nº 155 (Helipontos).		
• Dimensionamento de Áreas de Segurança: Define o parâmetro "D" (diâmetro do eVTOL em diametro) para determinar a distância mínima de componentes como FATO, TLOF e Áreas de Segurança.		
• Foco em Propulsão Elétrica: Requer que o sistema de emergência deve prever - uma área designada para o manuseio de baterias, TLOF e Área de Segurança.		

4. AVALIAÇÃO DE IMPACTO (TABELA PESTEL – LIKERT)

Fator	Pontuação (1-5)	Justificativa
A4		



1. Contexto e encaixe no Planejamento Urbano: Texto contendo as informações do documento para o planejamento territorial urbano no âmbito da UAM

2. Nuvem de Palavras: Visualização rápida indicando as palavras mais frequentes encontrada no documento

3. Quadro Resumo: Quadro textual resumindo os principais achados do documento

4. Avaliação PESTEL-LIKERT: Tabela com os valores e justificativas da avaliação de impacto do documento para o sucesso da UAM em relação ao planejamento urbano



Resumo dos Resultados

Documentos	P	E	S	T	E	L
Lei N°12.587/2012 - Institui as diretrizes da Polftica Nacional de Mobilidade Urbana	5	4	5	3	4	4
Lei nº 10.098, de 2000 - Acessibilidade	3	2	5	3	1	4
Lei N° 6.766/1979 - Dispoe sobre o Parcelamento do Solo Urbano	4	3	2	2	4	4
Lei N° 10.636/2002 - Recursos originários CIDE	4	5	3	2	3	4
Projeto de Lei N° 743, de 2025	5	4	3	4	4	1
Lei N° 9.472/1997 — Lei Geral de Telecomunicações	5	3	3	5	1	4





Resumo dos Resultados

Documentos	P	E	S	T	E	L
RBAC N° 161 - Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos – PZR	4	3	5	5	4	2
CEF RBAC nº 161 - Compêndio de Elementos de Fiscalização do RBAC nº 161	3	2	4	5	4	2
RBAC nº 135 - Operações de serviço de transporte aéreo com helicópteros	3	3	2	3	2	2
ICA 53-8 - Serviços de Informação Aeronáutica	3	2	2	5	1	2
ICA 11-408 - Restrições aos objetos projetados	5	4	3	5	2	2





Resumo dos Resultados

Frequência de documentos por Fator e Escala

Fator	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 4	Escala 5
Político	0	1	9	16	9
Econômico	0	12	17	5	1
Social	3	9	12	7	4
Tecnológico	2	8	6	7	12
Ambiental	6	12	2	8	7



Competências Estaduais e Municipais



Municipal:

- Plano Diretor
- Código de Obras
- Plano de Mobilidade Urbana
- Diretrizes de Heliportos e Aeródromos

Estaduais:

- Plano de Desenvolvimento Estratégico (Regiões Metropolitanas)
- Instrumentos Regulatórios ambientais

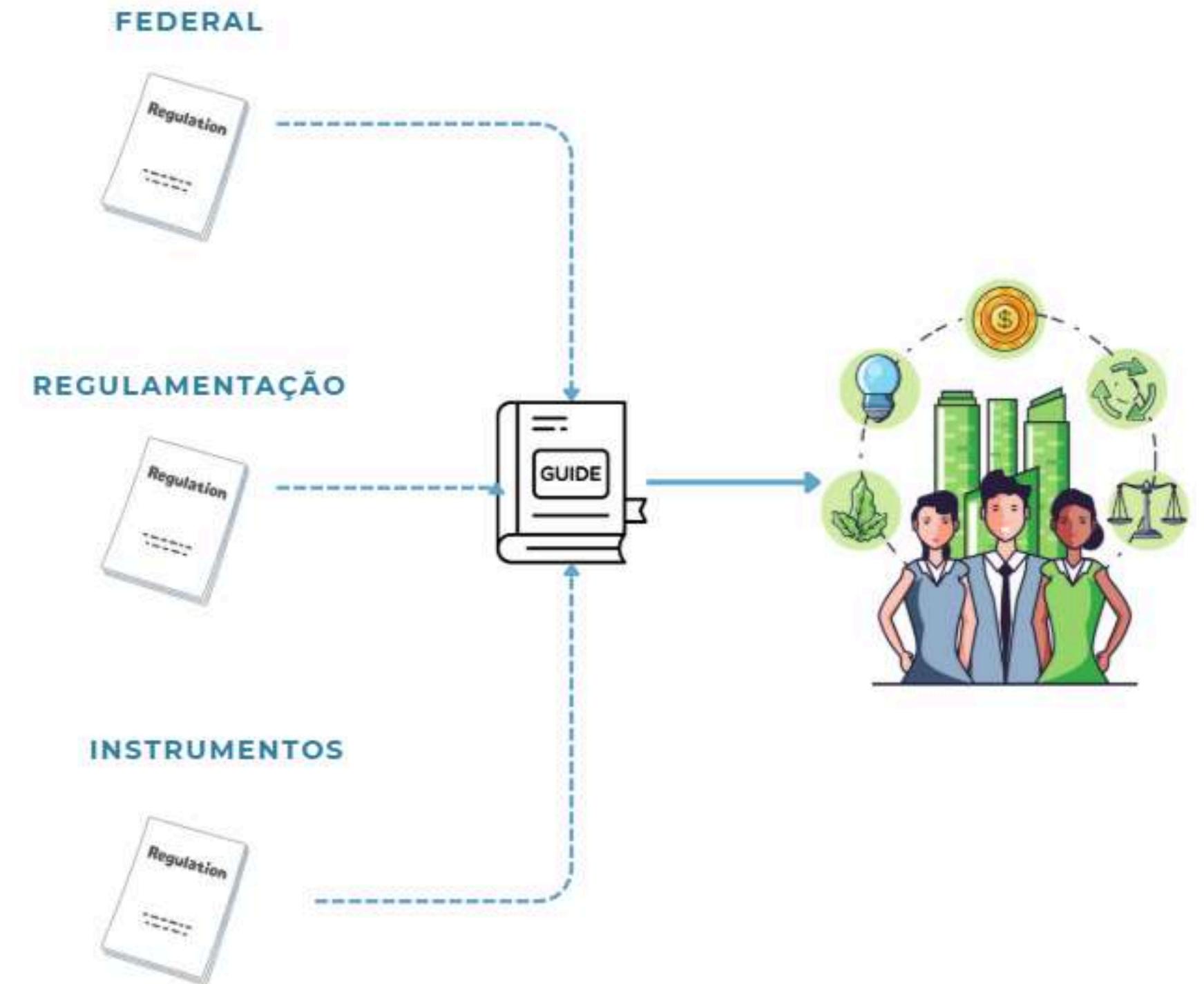
CONCLUSÃO



Conclusão

O Projeto contribui para a formação de uma **base técnico-científica destinada à formulação de políticas públicas** e diretrizes aplicáveis à **UAM** para apoio à tomada de decisão no **planejamento territorial**.

Os resultados constituem ferramentas para **futuras fases do projeto**.





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

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

