

SOLUÇÕES PARA A INTEGRAÇÃO E GESTÃO DA MOBILIDADE AÉREA

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





**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.

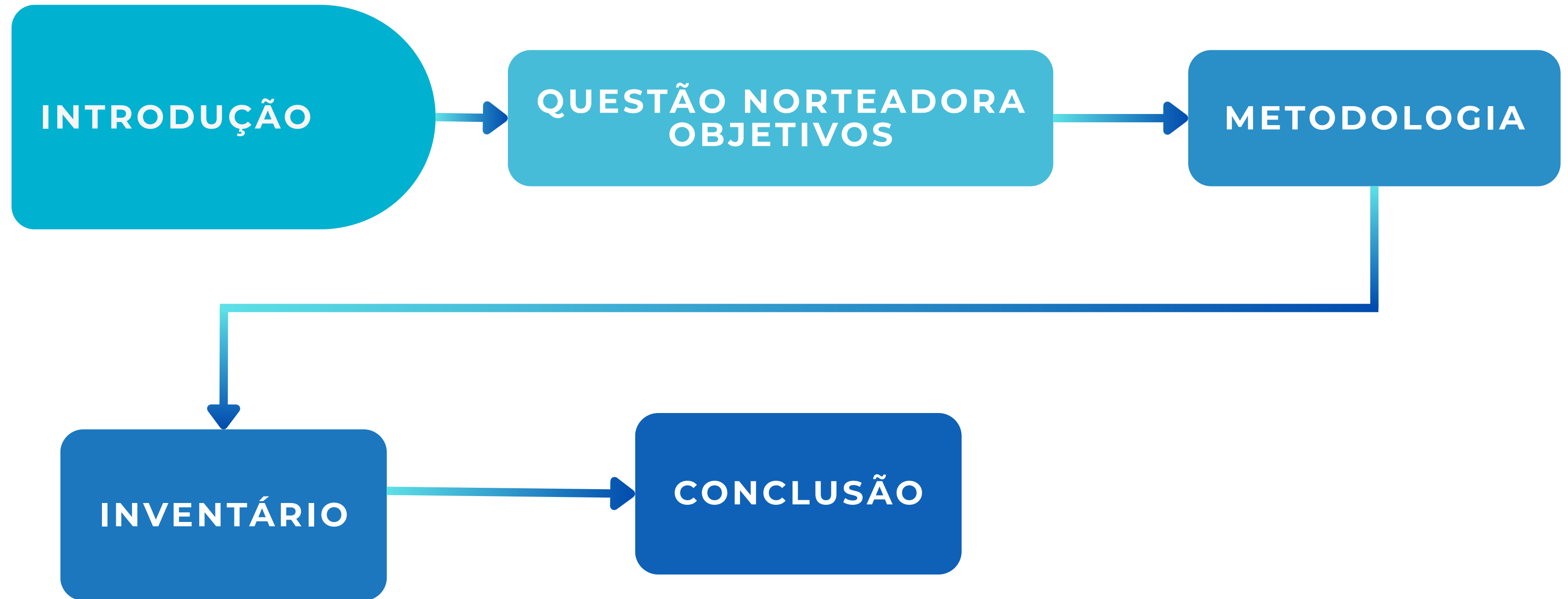
Manual que propõe uma metodologia nacional para a seleção estratégica de locais e integração de vertiportos aos sistemas municipais de mobilidade.

P4

SIGMA-CITY

P1 INVENTÁRIO LEGISLATIVO PARA MOBILIDADE AÉREA URBANA





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.

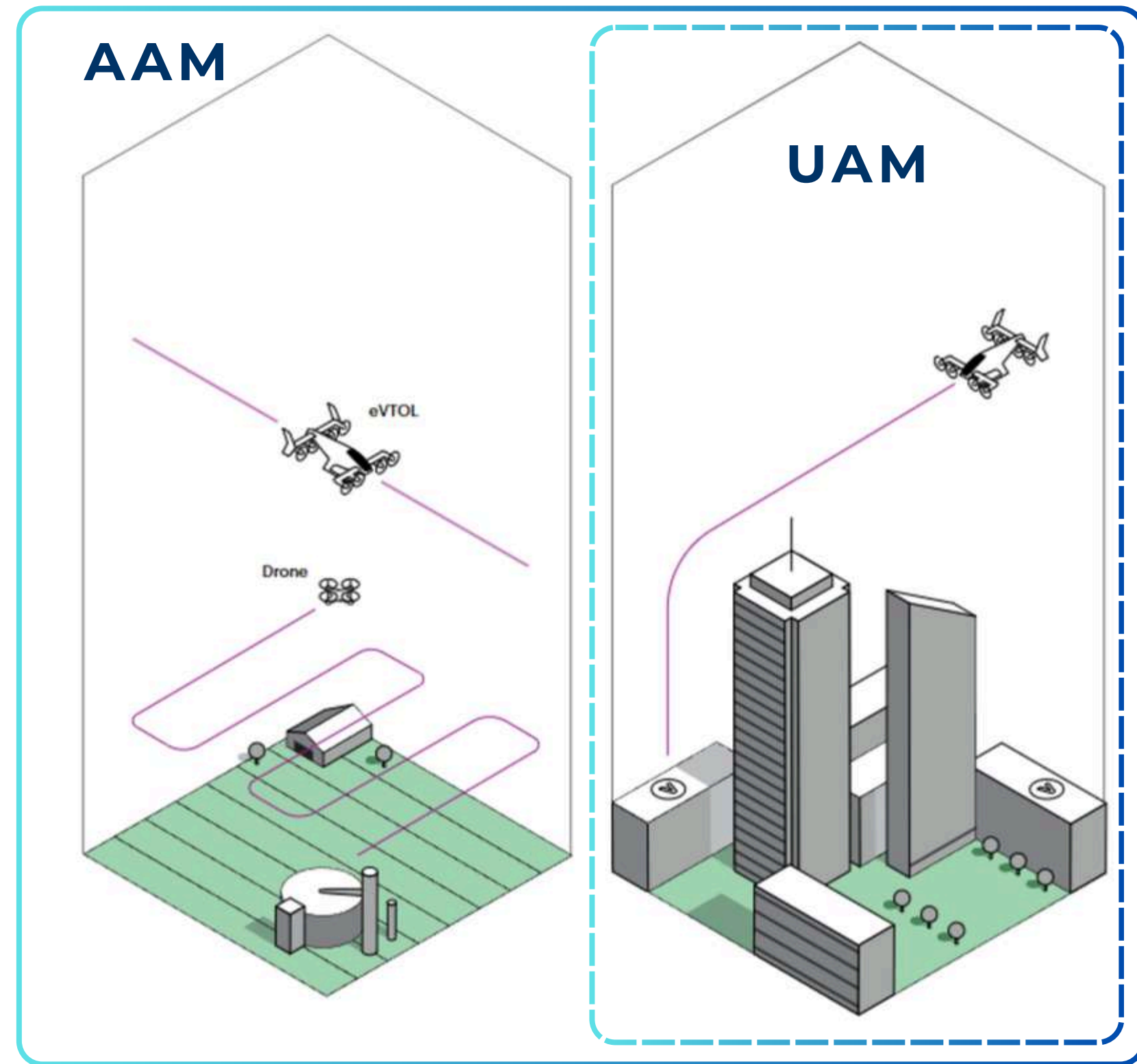


Foto: Blueprint/Airbus

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 (vertiportos, 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

Ambiental: Diz respeito aos impactos ecológicos, gestão de recursos naturais que fundamentam a sustentabilidade da Mobilidade Aérea Urbana



ECONÔMICOS

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



TECNOLÓGICOS

Tecnológico: Concerne o desenvolvimento, integração e maturidade do ecossistema de tecnologias de suporte que viabilizam as operações



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

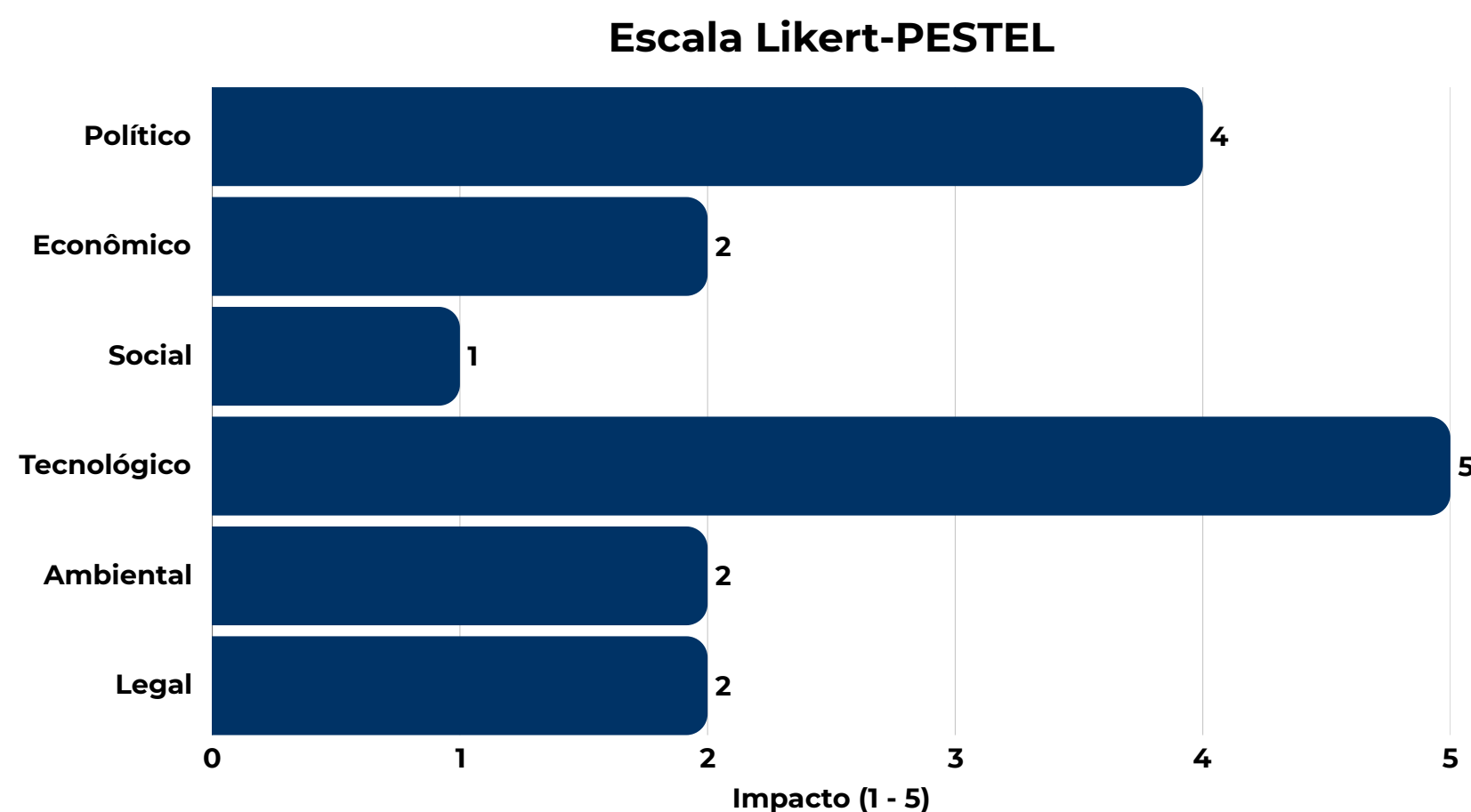
Hierarquia 4 - Leis Ordinárias: Leis federais, estaduais e municipais aprovadas pelo Poder Legislativo.
- 5

Hierarquia 5 - Leis Complementares: Normas que exigem quórum qualificado para aprovação.

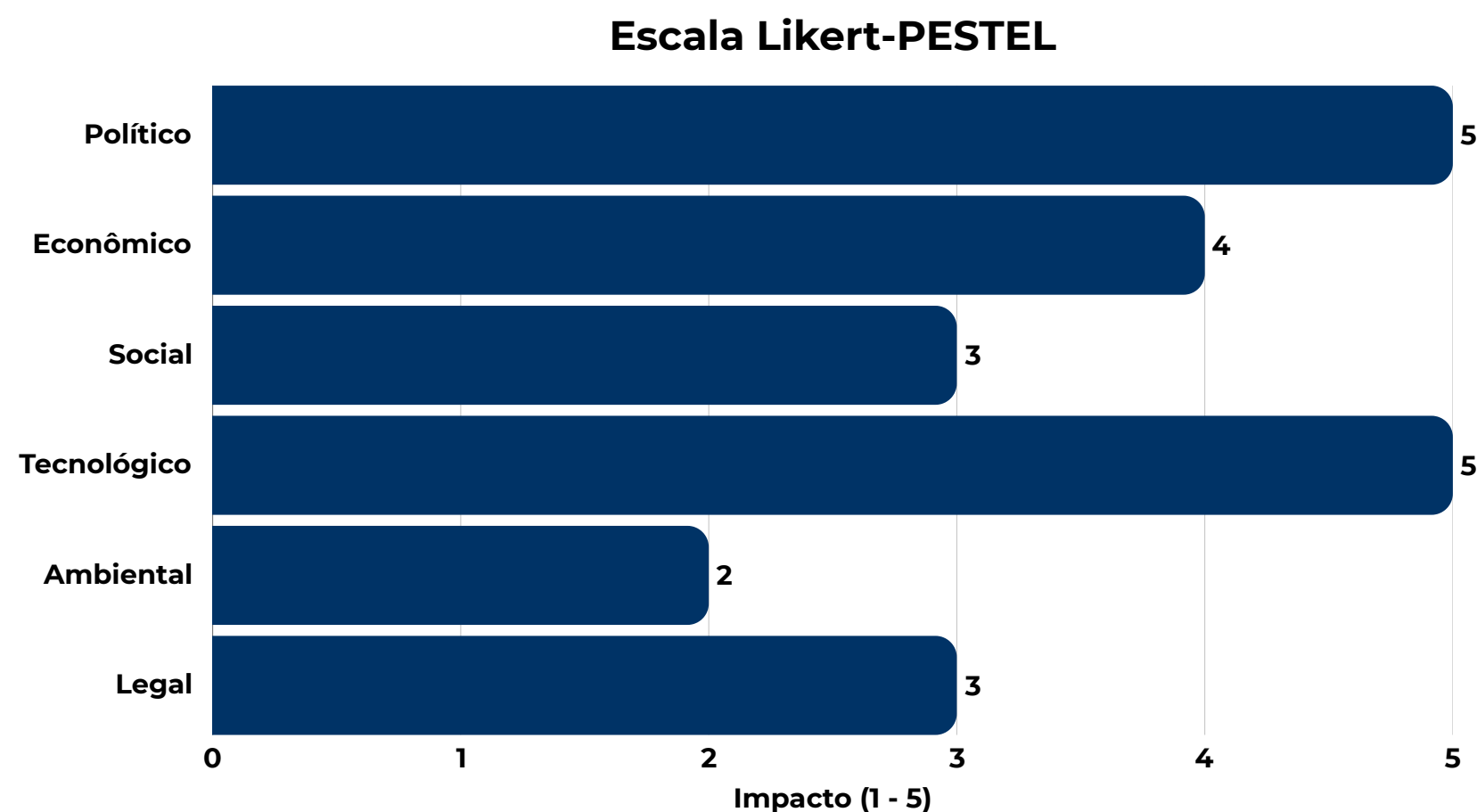
INVENTÁRIO



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

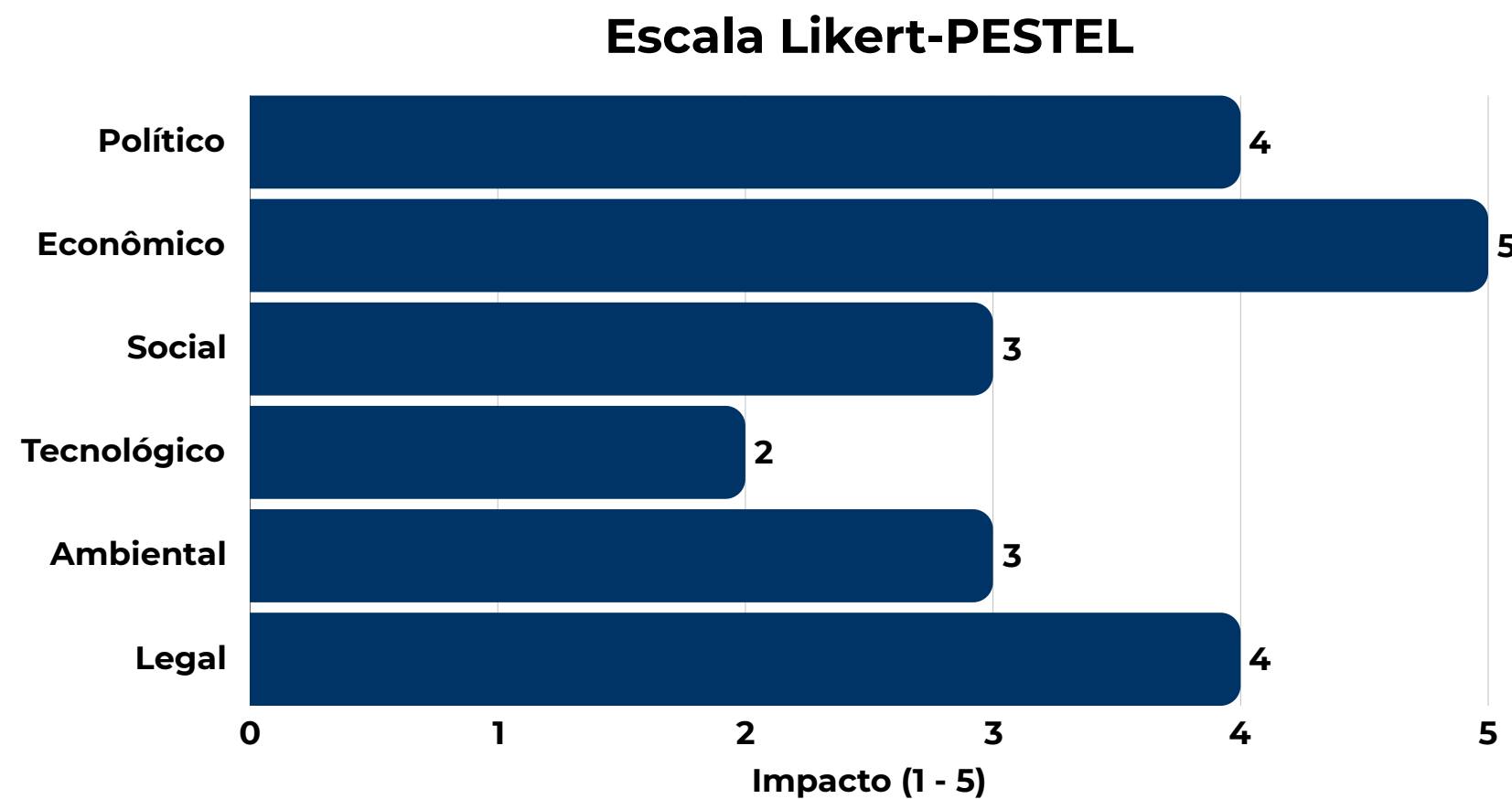


Objetivo: Estabelece condições diferenciadas para que entidades jurídicas possam obter autorização temporária destinada a projetos inovadores na aviação civil.



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

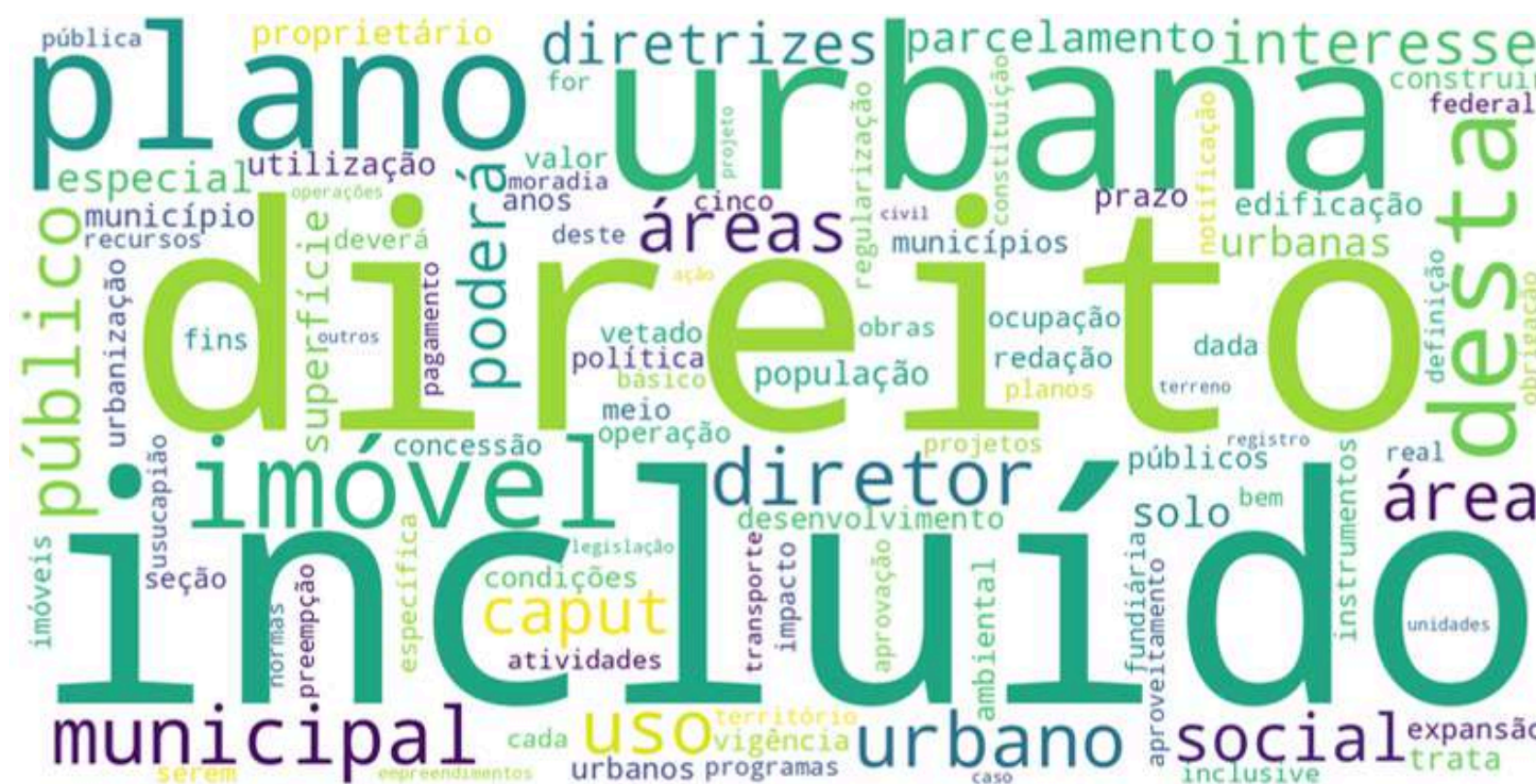
Objetivo: Estruturar um ambiente propício para futuros investimentos em infraestrutura de suporte à UAM



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

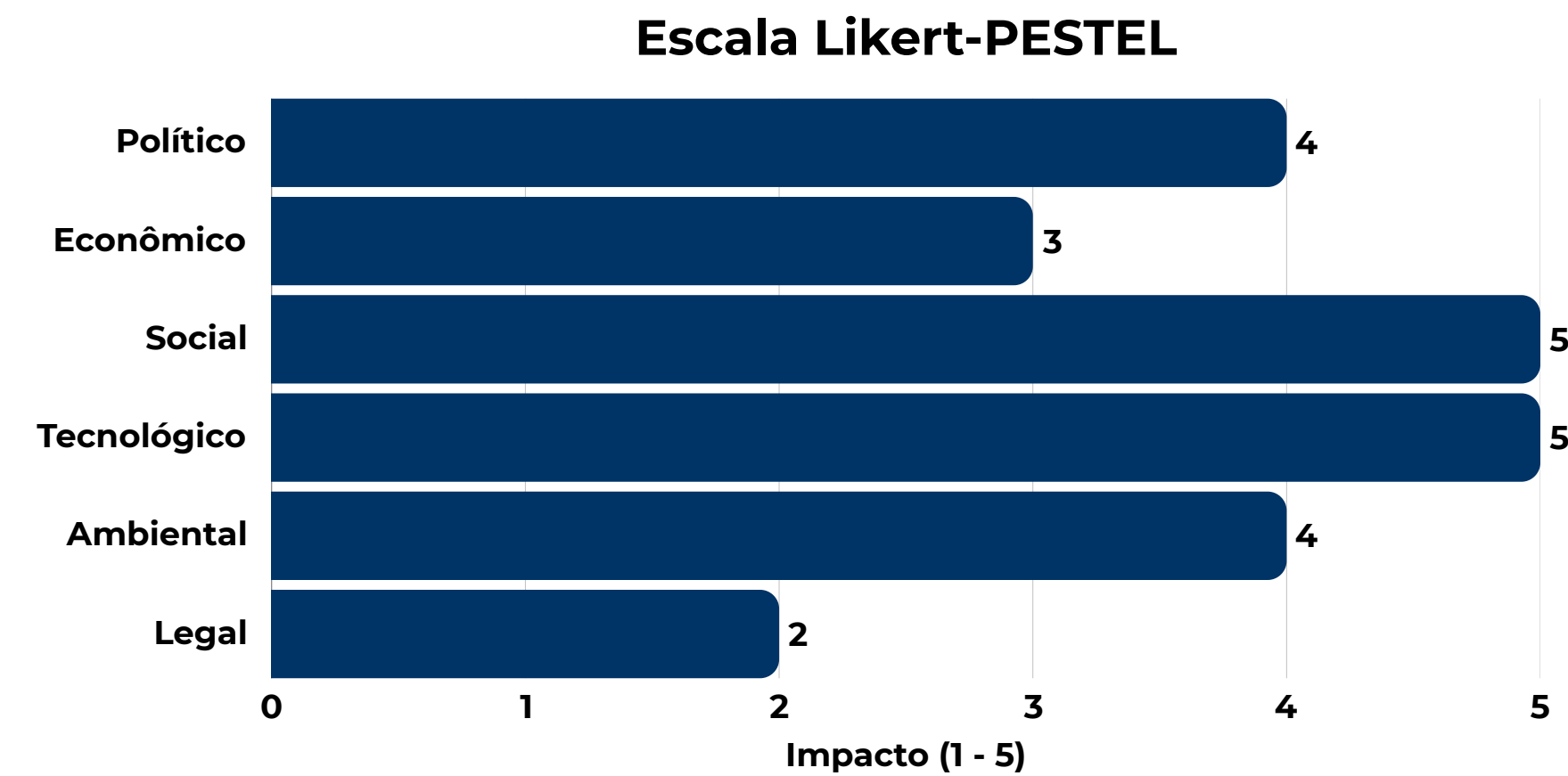


Objetivo: Garantir uma implantação ordenada e integrada da UAM, promovendo o desenvolvimento urbano sustentável.

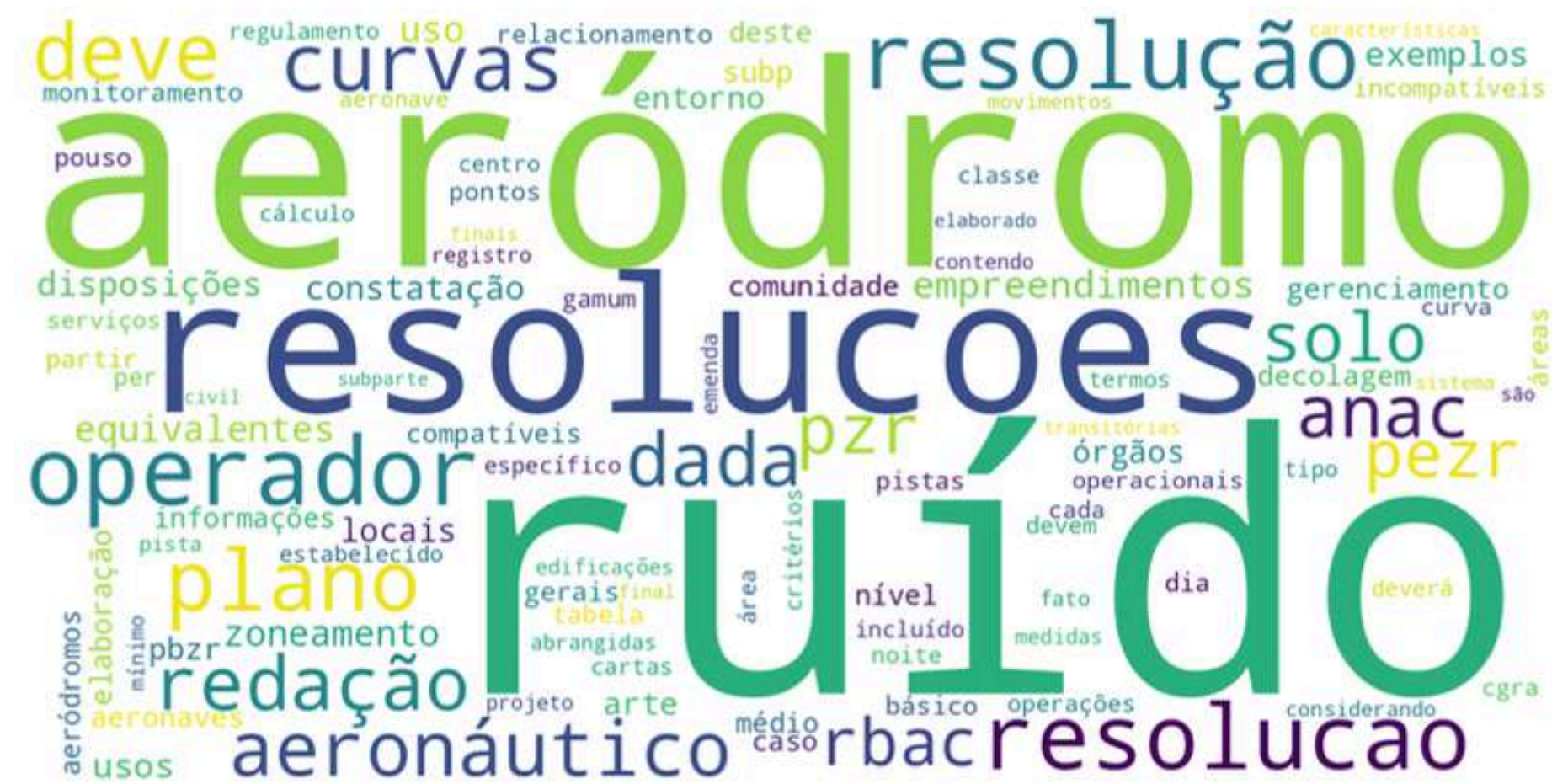




Descrição Geral: Estabelece a estrutura legal para o **zoneamento de ruído aeronáutico** e fornece diretrizes essenciais para o planejamento territorial de vertiportos e sua integração no espaço urbano .

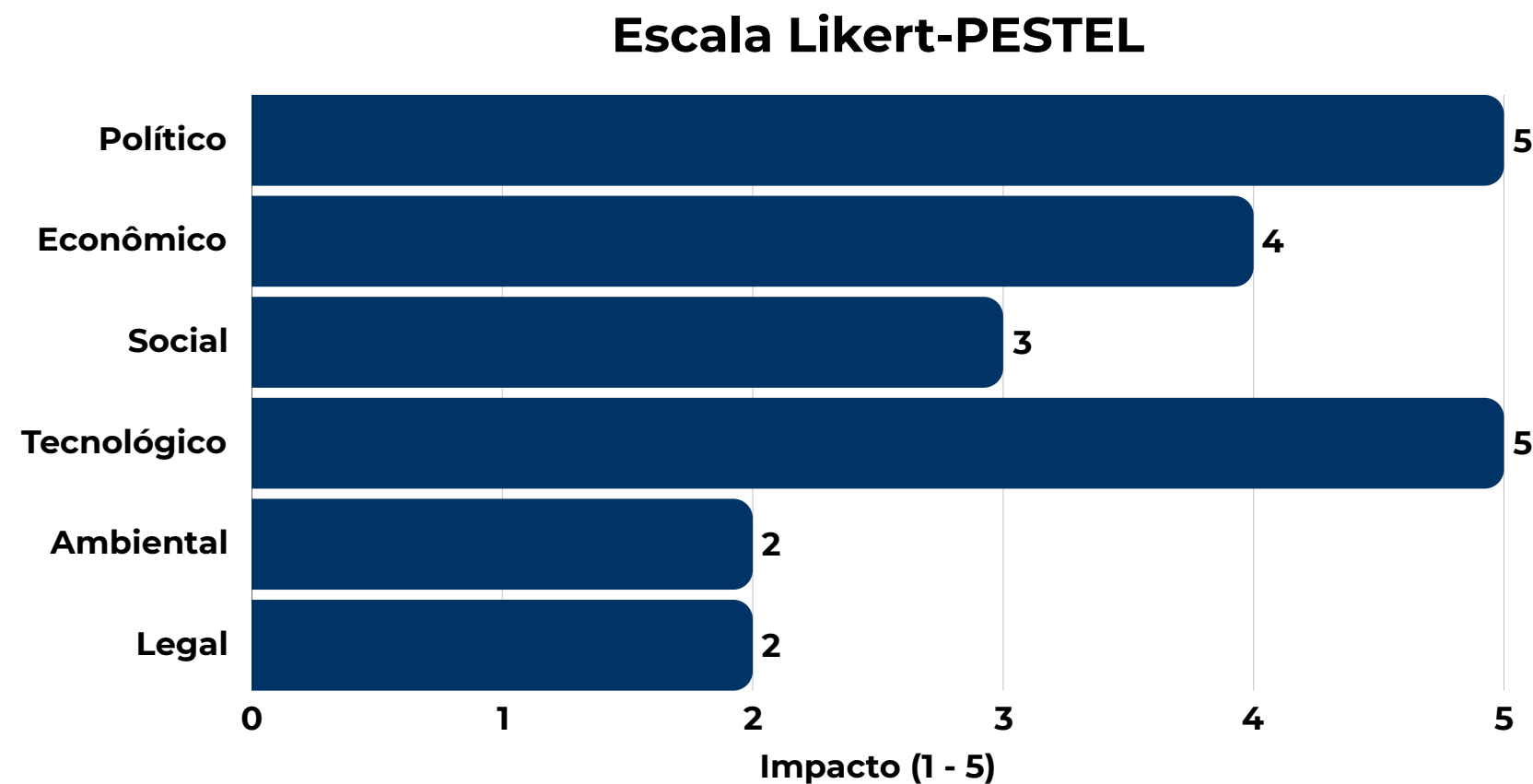


Objetivo: Garantir a coexistência harmoniosa da infraestrutura de UAM com as demais funções da cidade.



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.

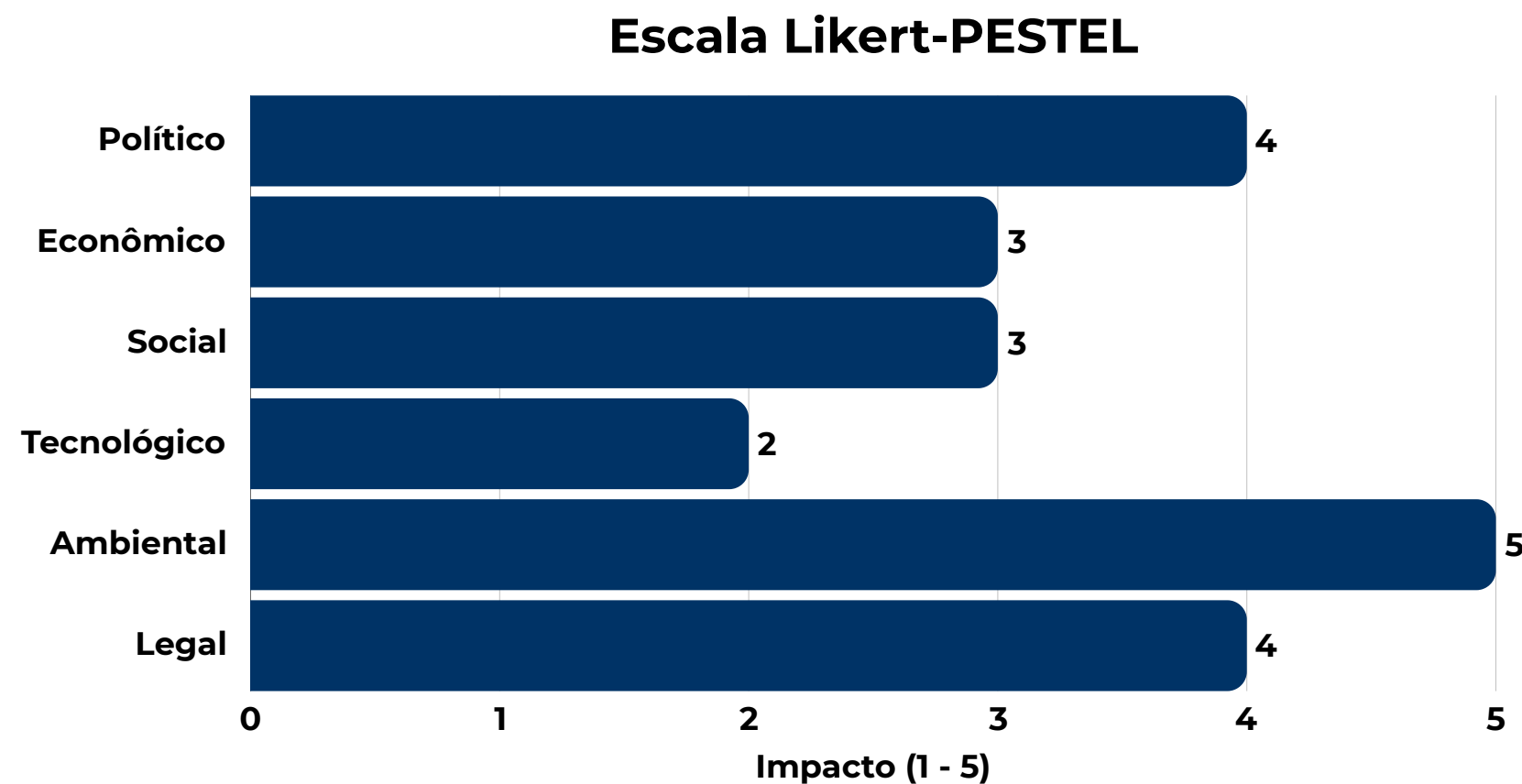
Objetivo: Garantir a segurança das operações aéreas através do controle do uso do solo no entorno de aeródromos.



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.



RELATÓRIO DE ANÁLISE: DOCUMENTO UAM

1. CONTEXTUALIZAÇÃO E ENCAIXE NO PLANEJAMENTO URBANO

1

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:** Base para a infraestrutura o infraestructuras para eVTOL siga, com adaptação dos pontos do RBAC nº 155 (Helipontos).
 - **Dimensionamento de Área:** O parâmetro "D" (diâmetro do eVTOL em diam Tiltrotor) para o dimensionamento de componentes como FATO, TLOF
 - **Foco em Propulsão Elétrica:** O plano 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 |
|-------|-----------------|---------------|
|-------|-----------------|---------------|

A

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



| Documentos | P | E | S | T | E | L |
|--|---|---|---|---|---|---|
| Lei N°12.587/2012 - Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana | 5 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 |
| Lei n° 10.098, de 2000 - Acessibilidade | 3 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 |
| Lei N° 6.766/1979 - Dispõe 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 |

| 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 n° 161 - Compêndio de Elementos de Fiscalização do RBAC n° 161 | 3 | 2 | 4 | 5 | 4 | 2 |
| RBAC n° 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 |



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 |



Municipal:

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

Estaduais:

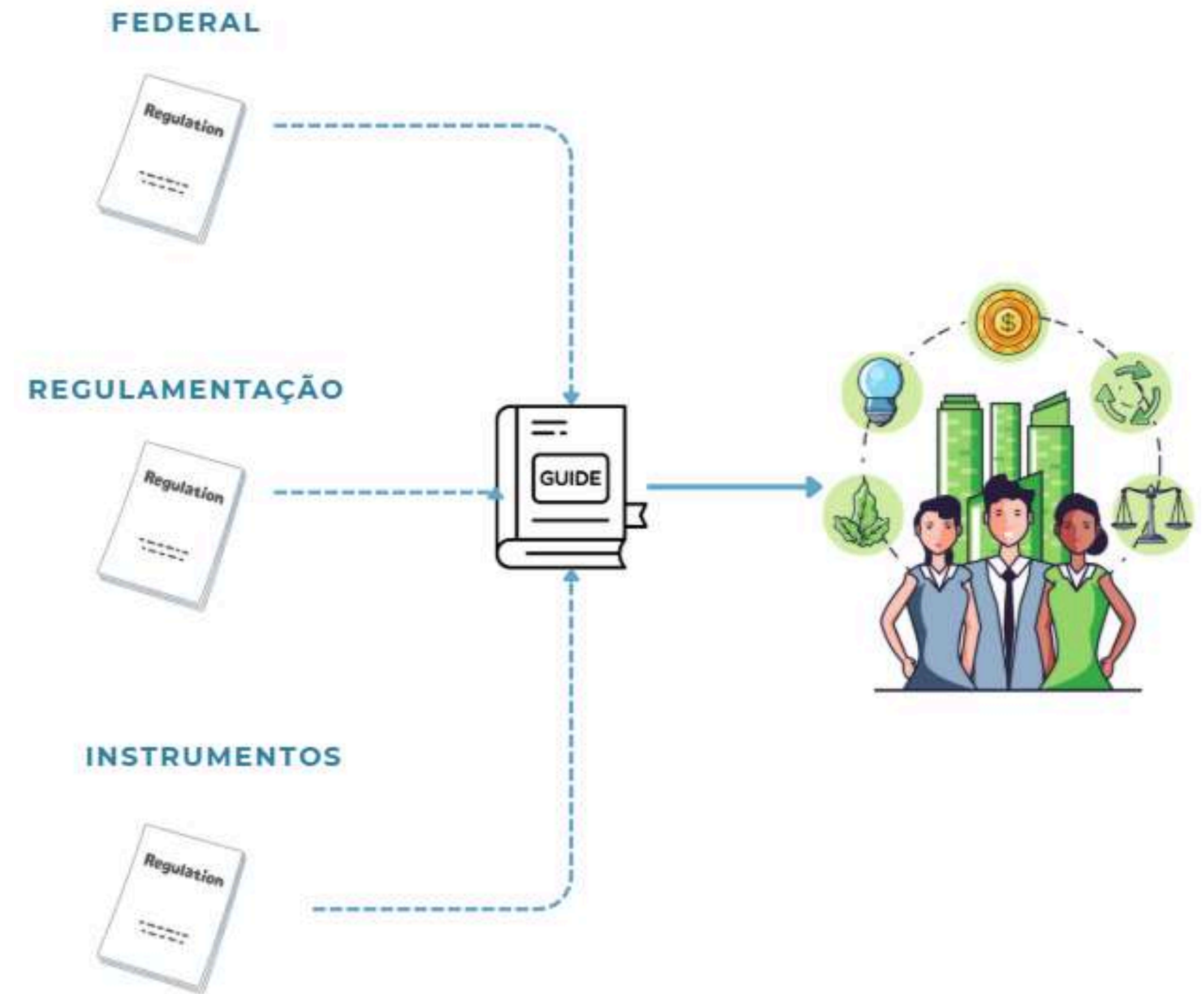
- Plano de Desenvolvimento Estratégico (Regiões Metropolitanas)
- Instrumentos Regulatórios ambientais

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

- [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>

- [7] <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>
- [9] <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>
- [11] <https://pergamum.anac.gov.br/acervo/63693>
- [12] <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>
- [14] <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

