

VIABILIDADE OPERACIONAL E ECONÔMICA DE UM SERVIÇO **DRONE-AS-A- SERVICE** **PARA ENTREGAS DE ALIMENTOS**

Proposta de Pesquisa e Metodologia

João Paulo Penna | Trabalho de Graduação em Engenharia Aeroespacial

Orientador: Prof. Dr. Christofer Schneider Cerqueira



O Crescimento do Delivery e Seus Desafios Atuais

- Mercado já movimenta US\$ 13 bilhões no Brasil.
- Logistica de motofrete é um desafio
- Congestionamento, acidentes e emissões de poluentes

2,1 BI ↑
PEDIDOS DE DELIVERY
NO BRASIL (2024) 7,4%
ao ano

A Solução Proposta: Entregas por Drones como Serviço

- Motivações regulatórias (RBAC-E 94 e ICA 100-40) e cases de experimentais já validados (EUA, China e Brasil).
- Redução do tempo de entrega, evitando congestionamentos e acidentes.
- Potencial para maior segurança, menor impacto ambiental e escalabilidade.



Norte

- **Objetivo:** Propor e validar um modelo de análise de viabilidade para DaaS.
 - **Mensurar** ganho operacional
 - **Dimensionar** infraestrutura e tamanho da frota
 - **Projetar** fluxo de caixa do negócio
 - **Avaliar** robustez e risco do modelo



Estrutura Geral da Metodologia

Introdução à Metodologia Científica

Definição e Importância da Metodologia

Características Principais da Metodologia Científica

Visão Geral da Estrutura da Metodologia

Componentes Fundamentais da Metodologia Científica

Metodologia e Teoria Científica

Metodologia e Prática Científica

Metodologia e Resultados Científicos

Metodologia e Desenvolvimento Científico

Metodologia e Ética Científica

Metodologia e Comunicação Científica

Metodologia e Inovação Científica

Metodologia e Desafios Científicos

Metodologia e Desenvolvimento Sustentável

Metodologia e Desenvolvimento Social

Metodologia e Desenvolvimento Econômico

Metodologia e Desenvolvimento Técnico

Metodologia e Desenvolvimento Industrial

Metodologia e Desenvolvimento Agropecuário

Metodologia e Desenvolvimento Ambiental

Metodologia e Desenvolvimento Cultural

Metodologia e Desenvolvimento Político

Metodologia e Desenvolvimento Social

Metodologia e Desenvolvimento Econômico

Metodologia e Desenvolvimento Técnico

Metodologia e Desenvolvimento Industrial

Metodologia e Desenvolvimento Agropecuário

Metodologia e Desenvolvimento Ambiental

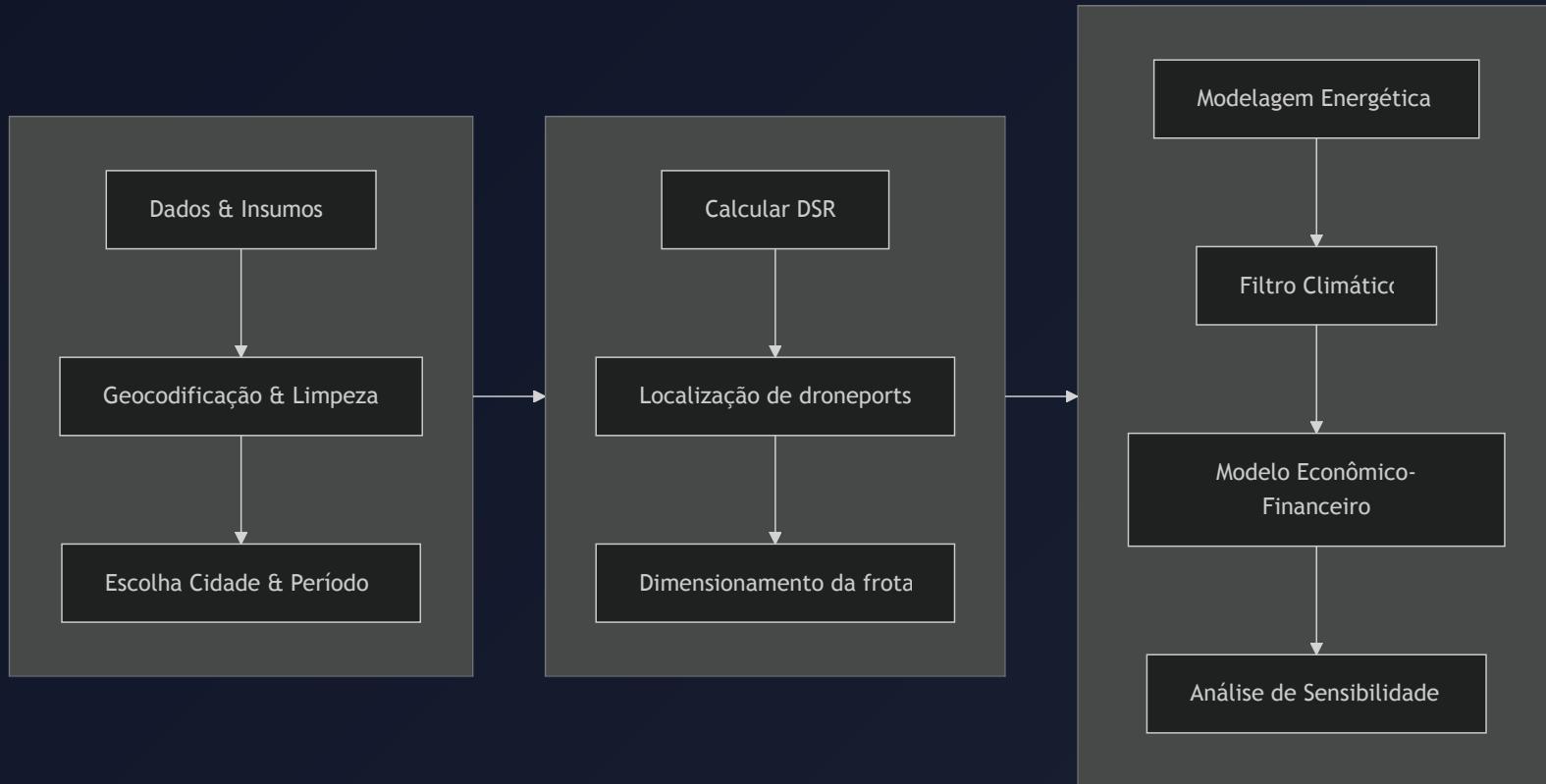
Metodologia e Desenvolvimento Cultural

Metodologia e Desenvolvimento Político

Metodologia e Desenvolvimento Social

Metodologia e Desenvolvimento Econômico

Metodologia e Desenvolvimento Técnico

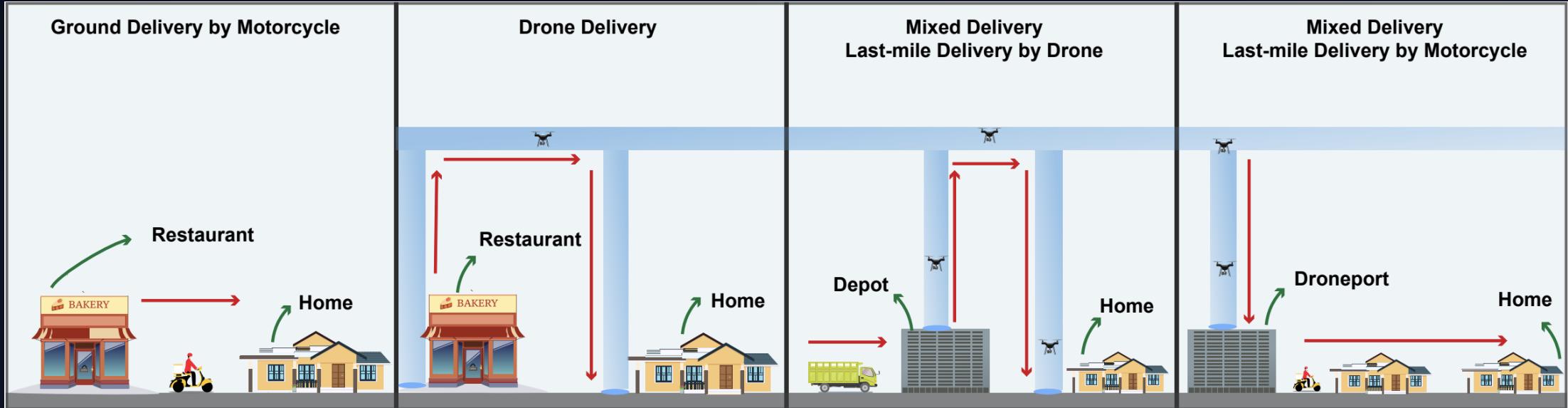


Fonte de Dados e Tratamento

- 4,05 milhões de pedidos contendo lat/long de origem e destino, cedidos pela empresa Brendi.
- Higienização e anonimização dos dados.
- Critérios de cobertura espacial para escolha da cidade-alvo.



Modos de Entrega



Entrega Terrestre por Motocicleta

Delivery tradicional direto do restaurante para a casa do cliente

Entrega por Drone

Entrega aérea direta do restaurante para o cliente

Entrega Mista - Última Milha por Drone

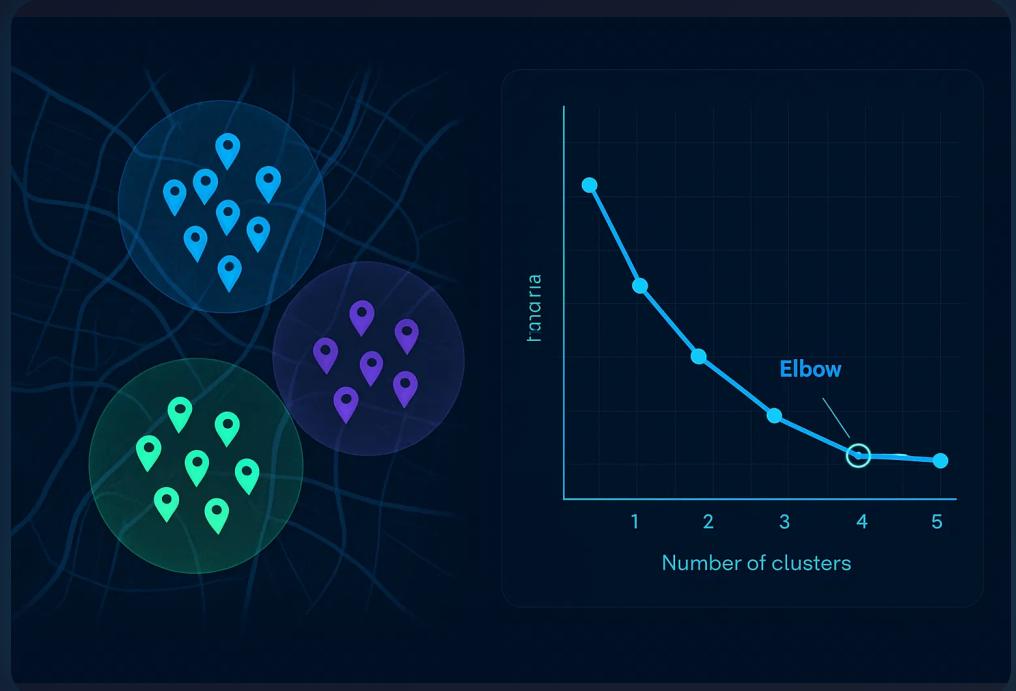
Transporte até depósito, depois drone para entrega final

Entrega Mista - Última Milha por Motocicleta

Drone até droneport, depois motocicleta para entrega final

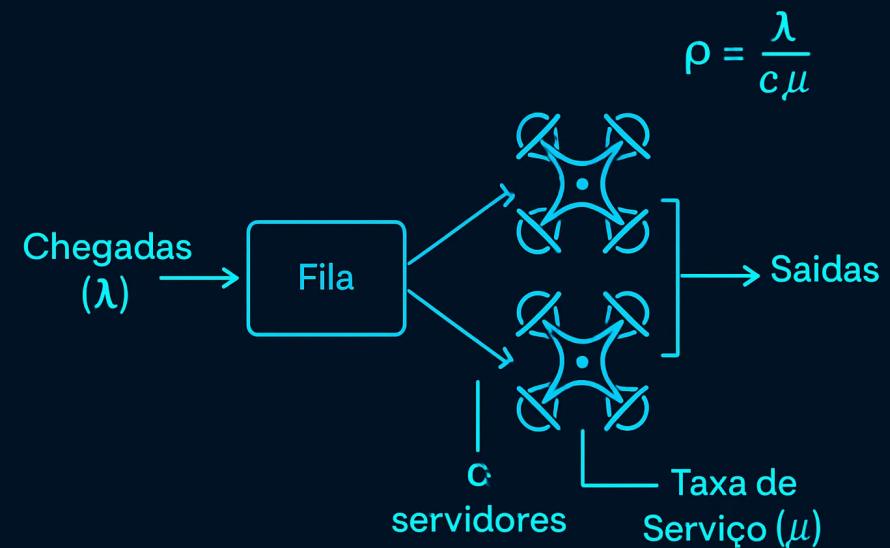
Definição da Malha Logística: Onde Operar?

- Cálculo do DSR para cada ponto de entrega e decisão do modelo de entrega
- Clusterização dos pontos de entrega usando o algoritmo K-Means.
- Definição do número ideal de clusters (k) pelo Método do Cotovelo (Elbow Method).



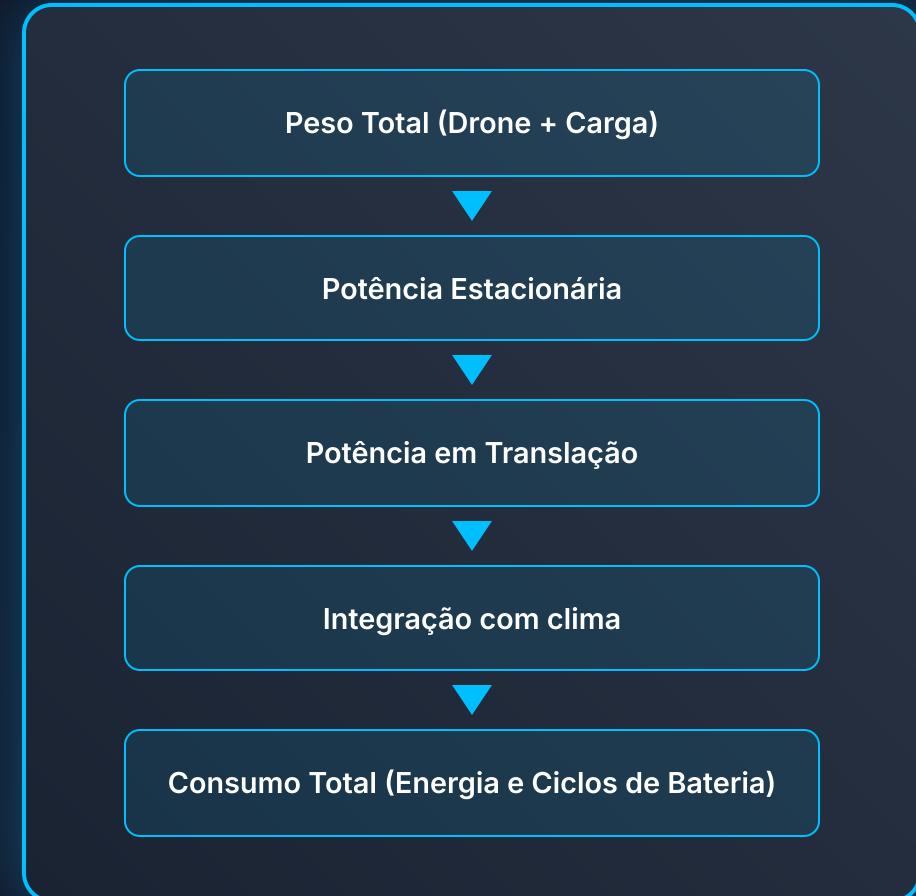
Dimensionamento da Rede: Quantos Drones?

- Alocação dos Drone Ports pela centralidade Eigenvector.
- Modelagem da demanda como um processo de chegada de Poisson.
- Dimensionamento da frota de drones por port com Teoria de Filas (modelo M/M/c).



Modelagem Energética: Quanto Consome o Vôo?

- Modelo físico de consumo energético baseado em dinâmica de vôo de multirrotores.
- Consideração de fatores ambientais: vento, temperatura e densidade do ar.
- Integração com perfis de missão: decolagem, vôo de cruzeiro, hover e pouso.
- Validação com dados experimentais de consumo energético real.



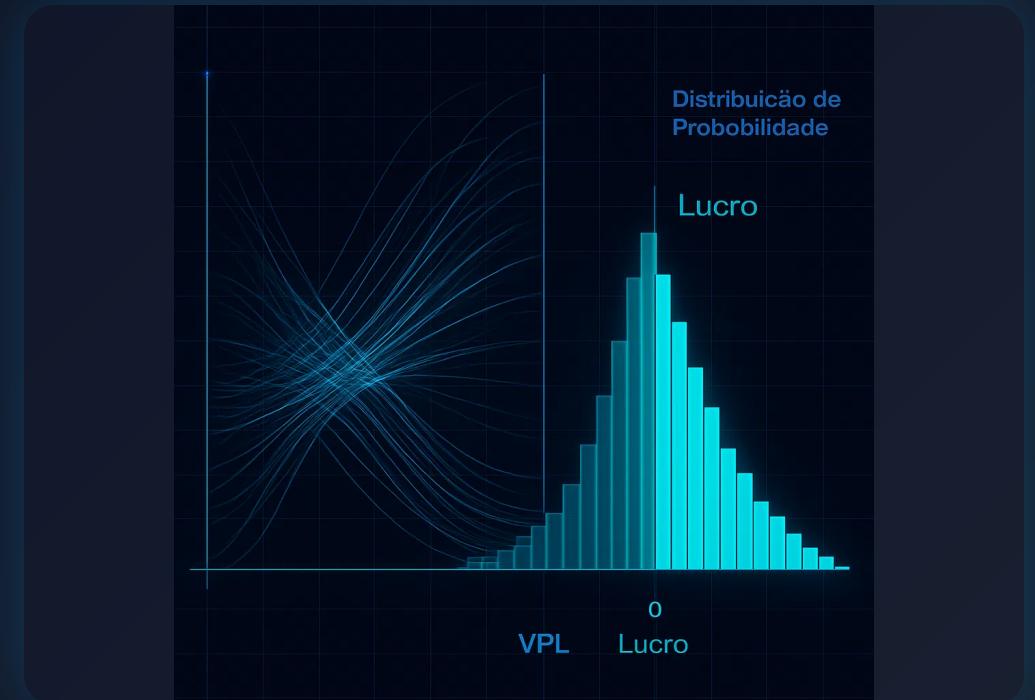
Análise Financeira: O Projeto se Paga?

- Estruturação de custos de capital (CAPEX) e operacionais (OPEX).
- Projeção de Fluxo de Caixa Descontado (FCD) para um horizonte de 5 anos.
- Cálculo de indicadores-chave: Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).



Análise de Risco: E se o Cenário Mudar?

- Análise de sensibilidade e risco com Simulação de Monte Carlo (+1.000 simulações).
- Variáveis de entrada: adoção de mercado, tarifa, clima, concorrência.
- **Objetivo:** Calcular a probabilidade do VPL ser positivo em 5 anos.



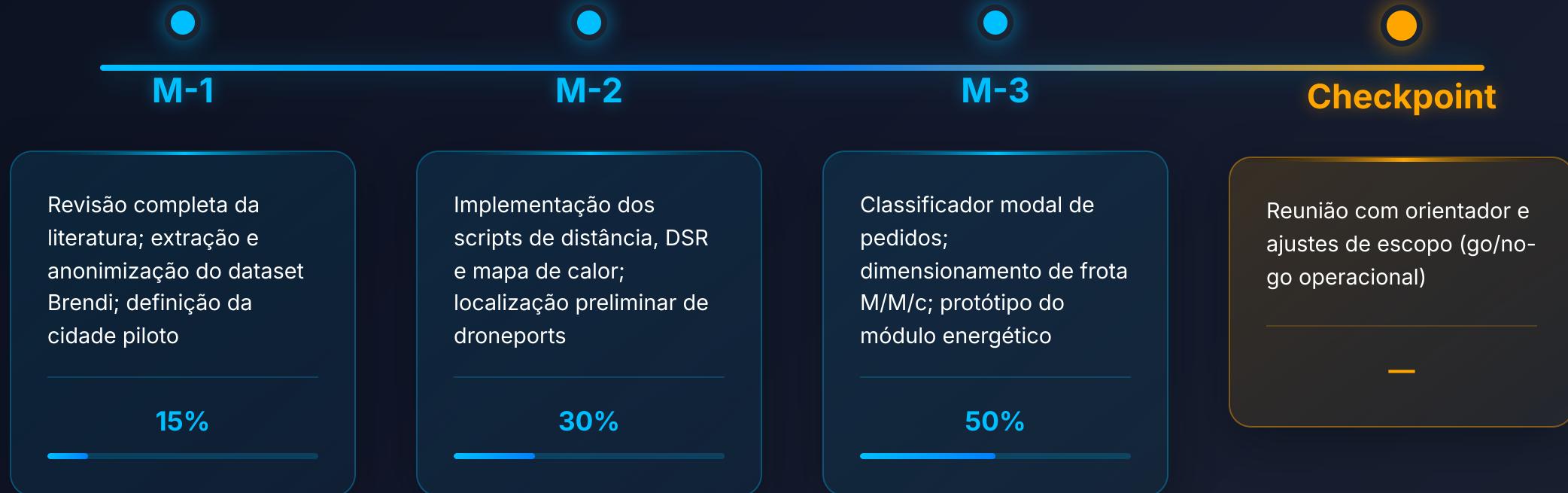
Resultados Esperados e Contribuições

- Desenvolvimento de um modelo quantitativo de viabilidade para DaaS no Brasil.
- Identificação dos principais gargalos operacionais e alavancas econômicas do serviço.
- Fornecer uma base metodológica para futuras decisões de negócio e regulatórias.



Cronograma de Execução

Primeira Fase: Fundamentação e Desenvolvimento Inicial



Cronograma de Execução

Segunda Fase: Implementação e Finalização

Checkpoint

Reunião com orientador e ajustes de escopo (go/no-go operacional)

M-4

Integração das séries climáticas; simulação anual consolidada; planilha CapEx/OpEx inicial

70%

M-5

Cálculo de NPV/ROI; análises de sensibilidade e Monte Carlo; geração automática de gráficos

90%

M-6

Redação final do texto, formatação ABNT, revisão e submissão

100%

Obrigado

João Paulo Penna

joao.penna@ga.ita.br



Repositório: github.com/jaopmcpena/DaaS

Questões e Sugestões?