



Projeto Macro — Brigada Ambiental Inteligente com IA (Redes Neurais Profundas)

Município: Varre-Sai/RJ

Proponente: Brigada Ambiental IA (PEC BR)

Responsável Técnico: Antonio Brandão — Superintendente Geral

Versão: 1.0

Data: 06/10/2025

1) Sumário Executivo

Este projeto propõe a implantação de uma **Brigada Ambiental Inteligente** em Varre-Sai/RJ, integrando **redes neurais profundas** e operações de campo para **prevenção, detecção e resposta** a eventos ambientais (queimadas, desmatamento, assoreamento, descarte irregular, contaminações, enchentes e deslizamentos), alinhada aos **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Em 24 meses, o município contará com uma capacidade contínua de **monitoramento preditivo, atuação rápida e educação ambiental**, fortalecendo a governança local e a transparência.

Resultados-chave previstos:

- Redução $\geq 30\%$ em focos de incêndio/queimadas sazonais críticos.
- Diminuição $\geq 20\%$ em pontos de descarte irregular mapeados.
- Tempo de resposta a alertas ambientais ≤ 60 min (média operacional).
- Capacitação de **100+** agentes/voluntários e **1.500** estudantes/ano em educação ambiental aplicada à IA.

ODS prioritários: ODS 6, 9, 11, 12, 13, 15, 16 e 17 (ver Mapa ODS no item 3).

Abrangência: Sede municipal, distritos e áreas rurais críticas (APPs, margens de rios e encostas).



2) Contexto Municipal e Diagnóstico Inicial

- **Bioma predominante:** Mata Atlântica (fragmentos); mosaico agropecuário com pastagens, café e pequenas propriedades.
- **Riscos:** queimadas na estiagem; deslizamentos/enchentes no período chuvoso; assoreamento e degradação de nascentes; descarte de resíduos sólidos em pontos irregulares.
- **Capacidades existentes:** Defesa Civil Municipal, Secretaria de Meio Ambiente, Educação, Agricultura; conselhos municipais; rede escolar; potenciais parcerias com universidades e órgãos estaduais (INEA) e federais (IBAMA, ANA/Defesa Civil).
- **Gaps:** baixa integração de dados; monitoramento reativo; carência de equipamentos, conectividade em áreas rurais e protocolos padronizados de resposta.

3) Enquadramento ODS e Metas

ODS 6 – Água Potável e Saneamento

- *Meta 6.3:* reduzir poluição e melhorar qualidade da água — **Indicadores:** nº de pontos de lançamento irregular identificados/regularizados; turbidez/OD em trechos monitorados.

ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura

- *Meta 9.1/9.5:* infraestrutura resiliente e P&D — **Indicadores:** implantação de rede de sensores; nº de modelos de IA em produção; TRLs atingidos.

ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis

- *Meta 11.5/11.6:* reduzir impactos de desastres; gestão de resíduos — **Indicadores:** tempo de resposta a eventos; % de redução de pontos de descarte; rotas otimizadas de coleta.

ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis

- *Meta 12.5:* reduzir geração de resíduos — **Indicadores:** segregação na fonte, volume/dia desviado de aterro.



ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima

- *Meta 13.1/13.3:* resiliência e educação climática — **Indicadores:** nº de simulados e planos comunitários; alcance de campanhas educativas.

ODS 15 – Vida Terrestre

- *Meta 15.1/15.3:* proteção de ecossistemas/neutralizar degradação — **Indicadores:** áreas de APP recuperadas; alertas de desmatamento verificados.

ODS 16 – Paz, Justiça e Instituições Eficazes

- *Meta 16.6:* instituições eficazes e transparentes — **Indicadores:** portal de transparência ambiental; SLA de atendimento aos cidadãos.

ODS 17 – Parcerias e Meios de Implementação

- *Meta 17.17:* parcerias multissetoriais — **Indicadores:** nº de convênios; captação de recursos externos.

Painel ODS: Todos os indicadores acima serão consolidados em um **dashboard público** trimestral, com séries históricas e metas anuais.

4) Objetivos Específicos

1. Implantar **plataforma municipal de detecção e previsão** (IA) para fogo, desmatamento, risco hidrológico e resíduos.
2. Estruturar **Brigada Ambiental** (núcleo técnico + operações de campo) com protocolos e M&A (monitoramento & avaliação).
3. Integrar **dados multi-fonte** (sensoriamento remoto, climáticos, drones, denúncias cidadãs, vistorias) com **governança de dados** (LGPD).
4. Estabelecer **programa de educação ambiental** com foco em clima, resíduos e proteção de nascentes.
5. Implementar **transparência ativa** via portal e relatórios, fortalecendo o controle social.



5) Escopo e Solução (Módulos)

M1. Centro de Operações Ambientais (COA)

- Sala de situação; videowall; rádios; conectividade; estações de trabalho.
- Software de gestão de ocorrências e despacho.

M2. Camada de Dados & Sensores

- Conectores: estações pluviométricas, sondas de qualidade da água (pontos críticos), GPS das equipes, armadilhas fotográficas, drones, *edge devices* (câmeras/LoRa), denúncias (app/WhatsApp/Ouvidoria).
- Lago de dados (data lake) municipal com *data catalog* e políticas de acesso.

M3. IA — Redes Neurais Profundas

- **Deteção e segmentação** (imagens de drones/câmeras/satélite) para queimadas, fumaça, linhas de água, resíduos.
- **Séries temporais** (LSTM/Transformers) para risco de cheias/escorregamentos (chuva acumulada, solo, cota de rio).
- **Modelos de classificação** para denúncias (priorização) e rotas inteligentes de fiscalização/coleta.
- **MLOps**: versionamento de dados/modelos, *drift detection*, auditoria e re-treino periódico.

M4. Aplicativos e Portais

- App interno (brigada) com mapa offline, checklist de vistoria, fotos georreferenciadas e sincronização.
- Portal público: indicadores ODS, mapa de ocorrências e canal de denúncia cidadã.

M5. Operações de Campo e Logística

- Brigadistas equipados (EPI/EPC), kits de combate inicial a incêndio, drones, veículos 4x4/UTV onde necessário.
- Protocolos ICS (Incident Command System) adaptados à Defesa Civil.



M6. Educação Ambiental e Engajamento

- Trilhas formativas para escolas e produtores rurais; calendário de mutirões e campanhas sazonais.
 - Rede de voluntários (Programa Guardiões de Nascentes).
-

6) Arquitetura Técnica (alto nível)

- **Coleta** → *Edge* (câmeras/drones/sensores) + integrações externas.
 - **Ingestão** (ETL/ELT) → *data lake* em nuvem/híbrido;
 - **Processamento** → *pipelines* de visão computacional e séries temporais com aceleradores (GPU quando aplicável).
 - **Armazenamento** → *object storage* + banco geoespacial.
 - **Serviços** → APIs de alertas, orquestrador de tarefas, fila de eventos.
 - **Consumidores** → COA, app brigada, portal público, relatórios ODS.
 - **Segurança & LGPD** → anonimização/pseudonimização; perfis de acesso; trilhas de auditoria.
-

7) Metodologia de Implantação

- **Fase 0 — Preparação (0–30 dias):** governança, termos de cooperação, seleção de áreas-piloto, aquisição inicial.
- **Fase 1 — Diagnóstico e Linhas de Base (60 dias):** mapeamento de risco, inventário de pontos críticos e resíduos, encostas, nascentes.
- **Fase 2 — Piloto (90 dias):** COA mínimo viável, modelagem inicial (fogo/cheias), app brigada v1, primeiros indicadores ODS.
- **Fase 3 — Escala Municipal (6 meses):** ampliação de sensores, rotas inteligentes, portal público, educação ambiental.
- **Fase 4 — Operação Contínua (12+ meses):** re-treino, *drift*, auditorias, otimização de custos.

Abordagem técnica: CRISP-DM + ciclos ágeis (sprints quinzenais), *quick wins* operacionais e *hardening* progressivo.



8) Cronograma (24 meses)

Mês Marco/Entregável

- 1 Comitê Gestor, PMO, Plano de Aquisições e LGPD
- 2–3 Linhas de base (fogo, água, resíduos), COA básico, app v1
- 4–6 Modelos v1 (detecção fumaça/fogo; risco hidrológico), rotas fiscais v1
- 7–9 Portal público (painel ODS), 1º ciclo de educação ambiental
- 10–12 Expansão sensores/drones; modelos v2; simulado multiagências
- 13–15 Otimização logística resíduos; guardiões de nascentes
- 16–18 Re-treino e *drift*; laboratório de inovação com escolas
- 19–21 Auditoria externa ODS; consolidação de manuais/protocolos
- 22–24 Plano de sustentabilidade financeira e transferência tecnológica

9) Governança e Parcerias

- **Comitê Gestor Municipal:** Gabinete, Meio Ambiente, Defesa Civil, Educação, Agricultura, Planejamento, Finanças.
- **Operação:** Núcleo Técnico (IA/Dados/DevOps), Núcleo Operacional (Brigadistas/Logística), Núcleo Educacional/Comunicação.
- **Parceiros:** INEA/IBAMA/ANA; universidades/IFs; cooperativas de reciclagem; associações rurais; ONGs; setor privado (responsabilidade socioambiental).
- **Instrumentos:** Termos de Colaboração/Parceria (Lei 13.019/2014), Acordos de Cooperação, Convênios, Emendas parlamentares.



10) Equipe e Perfis

- **Coordenação Geral; Gerente de Projeto (PMO); Cientista de Dados (Visão/Séries); Eng. de Dados/MLOps; Dev Full-stack; Analista Geoespacial; Meteorologista/Hidrólogo (consultivo); Coordenador de Operações; Brigadistas (turnos); Educador Ambiental; Comunicador Social; Compras/Administrativo.**
-

11) Orçamento Estimado (CAPEX/OPEX)

Observação: valores a detalhar no TR/ETP conforme cotações e fontes de financiamento.

CAPEX (instalação e equipamentos)

- COA (infraestrutura, mobiliário, videowall, estações)
- Sensores/estações, câmeras *edge*, drones
- Veículos/equipamentos de campo (EPI/EPC)
- Licenças iniciais e *setup* de nuvem

OPEX (24 meses)

- Pessoal (técnico e campo)
- Nuvem/serviços gerenciados
- Manutenção de sensores, consumíveis
- Treinamentos e educação ambiental
- Comunicação e transparência
- Auditorias e seguros

Fontes: orçamento municipal; emendas; fundos estaduais/federais; TAC/compensações; cooperação privada; editais de inovação.

12) Indicadores (KPI) e M&A vinculados aos ODS

Eixo	Indicador	Meta 12m	Meta 24m	ODS
Queimadas	Focos críticos (nº)	-20%	-30%	13, 15
Resíduos	Pontos irregulares ativos	-15%	-25%	11, 12
Água	Pontos com turbidez fora do padrão	-10%	-20%	6
Risco	Tempo médio de resposta (min)	≤ 80	≤ 60	11, 13
Educação	Pessoas capacitadas/ano	800	1.500	4, 13
Transparência	Atualizações do painel/ano	4	8	16
Parcerias	Convênios ativos	4	8	17

Mecanismos de verificação: registros COA, relatórios app, sensores, vistorias, portal, auditorias independentes.

13) Gestão de Riscos

Risco	Prob.		Impacto	Mitigação
Conectividade rural insuficiente	M	M		Gateways LoRa/4G; <i>store-and-forward</i> ; coleta offline
Dados ruidosos ou escassos	M	M		Etiquetagem contínua; <i>data augmentation</i> ; aquisição de novas fontes
Acurácia abaixo do esperado	M	M		Enriquecimento de features; re-treino; <i>human-in-the-loop</i>
Mudanças climáticas extremas	M	A		Planos contingenciais; simulado multiagências
Rotatividade de equipe	M	M		Trilhas de capacitação; documentação; bolsas/estágio
Sustentabilidade financeira	M	A		Plano de captação e receitas; parcerias



14) Conformidade Legal e Normativa

- **LGPD:** bases legais, minimização, PIA (avaliação de impacto), controle de acesso, anonimização quando aplicável.
- **SISNAMA / SINPDEC:** alinhamento com políticas ambientais e de proteção/defesa civil.
- **Licitações/Parcerias:** Lei 14.133/2021 e Lei 13.019/2014 (quando aplicável).
- **Operações:** protocolos de segurança ocupacional (NRs), incêndio florestal, transporte de equipamentos e uso de drones conforme ANAC/DECEA.

15) Educação, Comunicação e Engajamento

- **Trilhas escolares:** clima, água, resíduos, biodiversidade; oficinas maker (sensores simples).
- **Campanhas sazonais:** estiagem (prevenção de queimadas), chuvas (encostas/enchentes), resíduos (Natal/Carnaval/colheitas).
- **Transparência ativa:** boletins mensais e *lives* trimestrais com prestação de contas e ODS.

16) Entregáveis Principais

1. Plano Diretor da Brigada e Protocolos Operacionais.
 2. COA funcional e plataforma de IA em produção (modelos v1 e v2).
 3. App brigada (Android/iOS) e portal público com painel ODS.
 4. Kit de sensores/drones e manuais.
 5. Programa anual de educação ambiental e relatórios trimestrais ODS.
 6. Auditoria de conformidade (LGPD e segurança) e relatório de lições aprendidas.
-



17) Anexos (a serem detalhados)

- **A1. Termo de Referência (TR)** por lote (infra COA, sensores, drones, software, EPI/EPC).
 - **A2. Estudo Técnico Preliminar (ETP)** com cotações e justificativas.
 - **A3. Matriz ODS detalhada** (metas/indicadores por secretaria).
 - **A4. Mapas de risco** (fogo, cheias, deslizamentos, resíduos).
 - **A5. Protocolos ICS** adaptados, POPs e manuais.
 - **A6. Plano de Sustentabilidade Financeira (2026–2029).**
-

Nota de Implementação Rápida (90 dias)

- **Semana 1–2:** Comitê Gestor, seleção de áreas-piloto, *kickoff*.
 - **Semana 3–4:** COA mínimo, ingestão de dados básicos, app v1.
 - **Semana 5–8:** modelos de detecção de fumaça e risco de cheias v1; primeiros alertas.
 - **Semana 9–12:** portal público v1; campanha educativa e simulado; *post-mortem* e ajustes.
-

Contato:

- Superintendência Geral PEC BR — Antonio Carlos Brandão Cerqueira
- E-mail/Telefone: _____