# Desafio: Georreferenciamento de celulares

*Edital: CPSI*

## 1. O Desafio (Solução Inovadora)

Um sistema inovador de análise forense de dados telemáticos integra um motor de ingestão adaptativo, capaz de padronizar formatos diversos de operadoras, com um pipeline de processamento distribuído para bilhões de registros. Este sistema oferece visualização temporal-espacial interativa e um módulo de apresentação offline robusto, garantindo clareza processual sem dependência de conectividade.

## 2. Objetivo

Desenvolvimento de plataforma geoanalítica forense em nuvem, baseada em Inteligência Artificial, para ingestão adaptativa, tratamento (ETL) e decodificação massiva de dados de telefonia.

**Resultados Esperados:**

Ingestão Inteligente (AI Parser): Uso de IA para mapear e interpretar dinamicamente as colunas das planilhas (Latitude, Longitude, Azimute, Timestamp), independentemente das mudanças de formato enviadas pelas operadoras.

Alta Performance: Arquitetura Cloud-first para processar e renderizar bilhões de conexões de forma fluida, traduzindo azimutes em mapas de calor e linhas do tempo interativas.

Comprovação de Colocalização: Sistema de sobreposição de rotas (Layers) para atestar o encontro físico entre múltiplos alvos investigados.

Garantia de Exibição (Offline-First no Júri): Capacidade de exportar toda a análise geoespacial para um pacote interativo autônomo (standalone executable ou HTML encapsulado), garantindo que o Promotor de Justiça possa navegar pelo mapa e pela linha do tempo no Tribunal do Júri, mesmo sem acesso à internet. Precisão Forense (Renderização de Azimute): Renderização visual do setor de cobertura (cone de sinal/azimute) das antenas, superando a mera plotagem de pontos.

Geolocalização Automática (Dicionários de ERBs): Ingestão e atualização de dicionários de ERBs (Cell IDs) para correlação automática com coordenadas geográficas reais.

## 3. Oportunidades de Mercado

Plataforma com fit geográfico e institucional imediato para o modelo de Revenue Share:

Sistema de Justiça Público: Escala imediata para todos os Ministérios Públicos Estaduais, MPU, GAECOs e Polícias Judiciárias, dado que o gargalo da 'planilha da operadora' é universal na segurança pública brasileira.

Setor Privado Estratégico: Grandes bancas de advocacia corporativa e criminal que demandam ferramentas para investigação defensiva e análise de compliance interno (ex: rastreamento de vazamento de informações ou fraudes corporativas).

## 4. Requisitos Funcionais

| ID | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|
| **01** | Ingestão e leitura automatizada de arquivos brutos de registros de chamadas (CDRs) e Estações Rádio Base (ERBs) nos formatos nativos fornecidos pelas principais operadoras de telefonia atuantes no país, sem necessidade de pré-tratamento manual. | Sim | Sim |
| **02** | Parser dinâmico baseado em Inteligência Artificial e Processamento de Linguagem Natural (NLP) capaz de identificar, mapear e normalizar colunas relevantes (como Latitude, Longitude, Azimute, Timestamp e Identificadores) mesmo diante de alterações de layout nas planilhas das operadoras. | Sim | Sim |
| **03** | Arquitetura de processamento escalável capaz de processar e renderizar volumes controlados de dados (milhões de registros) na fase de PoC e escala massiva (bilhões de registros) na fase de Homologação, garantindo performance e fluidez na visualização espacial. | Sim | Sim |
| **04** | Geocodificação automatizada das | Sim | Sim |

| ID | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|
| | coordenadas das antenas (ERBs) e plotagem precisa dos pontos de conexão em mapas cartográficos interativos, permitindo a correlação visual instantânea entre os registros de chamadas (CDRs) e a localização geográfica real. | | |
| **05** | Visualização espacial em Mapas de Calor (Heatmaps) para ilustrar locais de maior frequência/permanência do alvo. | 10 | Sim |
| **06** | Linha do tempo interativa e dinâmica integrada diretamente ao mapa, permitindo o arraste (scrubbing) temporal contínuo para acompanhar visualmente o deslocamento cronológico e a evolução espacial do alvo investigado. | 15 | Sim |
| **07** | Funcionalidade de sobreposição de camadas (Layers) para visualizar as rotas de múltiplos alvos investigados no mesmo mapa. | Sim | Sim |
| **08** | Algoritmo de detecção automatizada de colocalização, identificando e emitindo alertas visuais de convergência de múltiplos alvos no mesmo espaço geográfico e intervalo temporal, com parâmetros de tolerância de distância e tempo configuráveis pelo usuário. | 25 | Sim |
| **09** | Filtros temporais e granulares de dados (por dia, intervalo de horas, operadora ou número | Sim | Sim |

| ID | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|
| | chamado/recebido). | | |
| **10** | Reprodução dinâmica e cronológica (playback) dos deslocamentos no mapa, com controle de velocidade e linha do tempo interativa. | 15 | Sim |
| **11** | Criação de cercas virtuais (Geofences) retrospectivas personalizadas diretamente sobre o mapa interativo (polígonos livres), identificando automaticamente quais alvos, conexões ou terminais registraram atividade dentro do perímetro e período delimitados. | 20 | 45 |
| **12** | Estimativa algorítmica de velocidade de deslocamento entre ERBs para identificar inconsistências (ex: spoofing de localização). | 15 | 40 |
| **13** | Interface para anotação manual e inserção de pinos descritivos (ex: "Local do Crime", "Esconderijo") no mapa dinâmico. | 10 | Sim |
| **14** | Exportação nativa do cenário de análise interativo para um pacote offline autônomo (executável standalone ou HTML5 encapsulado com banco de dados embutido como SQLite/DuckDB), garantindo navegação completa no mapa e linha do tempo sem conexão com a internet. | 25 | Sim |
| **15** | Exportação de relatórios periciais estruturados em formato PDF, contendo mapas estáticos das rotas, gráficos de conexões entre alvos e | Sim | Sim |

| ID | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|
| | a trilha de auditoria detalhada de todas as transformações, filtros e exclusões aplicados aos dados originais. | | |
| **16** | Desambiguação inteligente de fusos horários e correção automatizada de horários de verão registrados incorretamente. | 15 | 30 |
| **17** | Dashboard analítico com métricas consolidadas (volumetria de conexões, tempo de chamadas, operadoras prevalentes). | 10 | 25 |
| **18** | Identificação visual de conexões anômalas que possam sugerir o uso de ERBs falsas (Stingrays/IMSI Catchers). | - | 35 |
| **19** | Suporte à ingestão e processamento de relatórios estruturados (XML/JSON) provenientes de ferramentas de extração forense de dispositivos móveis (como Cellebrite UFED e similares), permitindo correlacionar os dados de GPS extraídos do aparelho com os registros de ERBs das operadoras. | 20 | 40 |
| **20** | Ferramenta de busca e filtragem inteligente para isolar no mapa interações, deslocamentos e vínculos com contatos ou terminais específicos através de linguagem natural ou filtros dinâmicos. | 10 | 25 |
| **21** | Suporte a múltiplas visualizações de mapas base (ex: Satélite, Topografia, Ruas e | 10 | 25 |

| ID | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|
| | Modo Noturno de alto contraste). | | |
| **22** | Exportação de dados higienizados e cruzados de volta para formatos abertos (CSV/JSON/SQL Dump). | 10 | Sim |

## 5. Requisitos Técnicos

| ID | Item | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|---|
| **01** | - | Arquitetura Simplificada (MVP): Solução funcional demonstrando fluxos essenciais. | Sim | - |
| **02** | 6.2.1 | Segregação lógica: Isolamento absoluto de dados e interações. | Sim | Sim |
| **03** | 6.2.2 | Segurança da informação: Vedação de credenciais no código, comunicação via HTTPS com TLS 1.2 ou superior, quando aplicável. Autenticação integrada à Microsoft Entra ID, por meio de protocolos padronizados de autenticação e autorização (ex.: OAuth 2.0 ou equivalentes). | - | Sim |
| **04** | 6.2.3 | Autenticação Avançada: Configurável por perfil e obrigatória para administradores, quando houver interface administrativa, console de gestão ou operações privilegiadas. Deverá ser compatível com provedores de identidade institucionais. | - | Sim |
| **05** | 6.2.4 | Controle de Acesso (RBAC): | - | Sim |

| ID | Item | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|---|
| | | Implementação de RBAC para segmentação granular e rastreabilidade. | | |
| **06** | 6.2.5 | Gestão de Segredos: Cofres (Vaults) com política de rotação de chaves. Aplicável quando a solução realizar armazenamento, processamento ou integração com credenciais, chaves, tokens de acesso ou segredos operacionais sensíveis. Em ambientes on-premise, admite-se o uso de mecanismos institucionais equivalentes do MPRS | - | Sim |
| **07** | 6.2.6 | Proteção de Rede: Defesa contra OWASP Top 10, quando aplicável à arquitetura proposta. Soluções com APIs, acesso externo ou serviços em nuvem deverão implementar rate limiting e mitigação contra DoS/DDoS. Soluções SaaS, cloud ou híbridas, a proteção de infraestrutura será responsabilidade da proponente. | - | Sim |
| **08** | 6.2.7 | Arquitetura API First: Disponibilizando interfaces padronizadas e interoperáveis (ex.: REST, GraphQL, gRPC ou equivalentes), com autenticação segura, documentação técnica e versionamento controlado. | Sim | Sim |
| **09** | 6.2.8 | Conteinerização e Serverless: Imagens Docker/OCI com execução portável, permitindo serviços | - | Sim |

| ID | Item | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|---|
| | | gerenciados/serverless e rollback. | | |
| **10** | 6.2.9 | Escalabilidade Horizontal: Quando aplicável à arquitetura da solução, balanceamento dinâmico para garantir escalabilidade. | - | Sim |
| **11** | 6.2.10 | Observabilidade: Quando aplicável à arquitetura da solução, emissão de métricas, logs e traços (OpenTelemetry ou equivalente). | - | Sim |
| **12** | 6.2.11 | FinOps (Gestão de Consumo) : Para itens com tarifação variável ou consumo elástico de recursos, limites/quotas parametrizáveis, alertas de consumo, rateio/atribuição e relatórios de auditoria financeira. | - | Sim |
| **13** | 6.3.1 | Trilhas de Auditoria Básicas: Garantia de integridade e rastreabilidade das operações. | - | Sim |
| **14** | 6.3.2 | Computação Forense (WORM): Armazenamento de logs em padrão WORM, integridade garantida por hash/criptografia e rastreabilidade da cadeia de custódia. | - | - |
| **15** | 6.3.3 | Inventário SBOM: Documentação SBOM (SPDX ou CycloneDX). | Sim | Sim |
| **16** | 6.4.1 | Prevenção a Injeção e Vazamento: Quando aplicável a soluções que utilizem modelos de Inteligência Artificial generativa ou LLMs, proteção contra manipulação (jailbreak) e | - | Sim |

| ID | Item | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|---|
| | | vazamento de system prompts. | | |
| **17** | 6.4.2 | Mitigação de Alucinações (Grounded Generation): Condicionar respostas às fontes e evitar invenção de fatos/normativas. | Sim | Sim |
| **18** | 6.4.2.1 | Metodologia de Aferição Objetiva: durante a avaliação, a solução será submetida a um Dataset de Validação fornecido pelo MPRS. | Sim | Sim |
| **19** | 6.4.2.2 | Critério de Aceite: Quando aplicável a soluções que utilizem modelos de Inteligência Artificial generativa ou LLMs, o desempenho será aferido pela métrica HAM (Hallucination Rate), com HAM máximo de 10% sobre o conjunto de testes. | - | Sim |
| **20** | 6.4.3 | Avaliação Contínua e Fine-Tuning: Quando aplicável a soluções baseadas em IA generativa ou RAG, uso de frameworks de qualidade técnica (como RAGAS) medindo fidelidade e consistência. | - | Sim |
| **21** | 6.4.4 | Trilha de Justificativa de IA: Rastreabilidade de ID, fontes/referências, parâmetros da execução e motivos de bloqueio. | Sim | Sim |
| **22** | 6.4.6 | Vedações Operacionais Mínimas: Bloqueio de respostas com "aparência de certeza" sem verificação, vedação de uso de dados reais não autorizados e | - | Sim |

| ID | Item | Descrição | PoC | Homologação |
|---|---|---|---|---|
| | | bloqueio contra desativação de segurança por comandos. | | |
| **23** | 6.4.6 | Agnosticismo de Modelo de IA: Possibilidade de troca do LLM | - | Sim |
| **24** | 6.4.7 | Gestão de Prompts e Capacitação: Repositório versionado com controle de acesso e fornecimento de manuais/playbooks | - | Sim |
| **25** | 6.4.8 | Agentes Autônomos em Sandbox: Atuação de agentes autônomos em sandbox com limites configuráveis de autonomia e recursos, e bloqueio auditável de operações sensíveis ou escalonamento indevido de privilégios. | - | Sim |
| **26** | 6.4.9 | Métricas de Mídia: Aferição pela métrica WER (Word Error Rate), com WER máximo de 10% em conjunto de testes. | - | Sim |
| **27** | 6.2.12 | Processamento Paralelo e Execução Assíncrona: Quando aplicável à solução, suportar processamento paralelo e execução assíncrona, evitando bloqueios sequenciais e degradação do fluxo principal por chamadas externas ou tarefas de longa duração. | - | Sim |
| **28** | 6.4.10 | Métricas de OCR: Aferição pela métrica CER (Character Error Rate), com CER máximo de 5% em conjunto de testes. | - | Sim |