

Desafio: Cálculo de Danos Ambientais

Edital: CPSI

1. O Desafio (Solução Inovadora)

A solução é uma plataforma automatizada e assistida que integra dados investigativos e bases externas, aplicando métricas econômicas padronizadas para a valoração pecuniária do dano ambiental. Esta ferramenta fornece um cálculo altamente rastreável e um fluxo de trabalho acelerado para casos de baixa e média complexidade.

2. Objetivo

Desenvolvimento da plataforma inteligente de econometria EcoValora.IA para a estimativa econômica associada a degradações ambientais como desmatamentos, conversão de uso do solo, uso/ocupação de áreas protegidas, poluição, descarte irregular de resíduos sólidos, caça, pesca e animais em cativeiro. A plataforma deve utilizar como base teórica e metodológica a publicação 'Diretrizes para valoração de danos ambientais' do Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP). A solução deve contemplar ferramentas integradas para valoração de desmatamento (com base em alertas do MapBiomas Alerta e imagens de satélite), conversão do solo, poluição (equivalência de habitat), caça, pesca e cativeiro de aves (com bancos de dados de valoração de espécies). A plataforma deve realizar a extração automatizada de dados não estruturados (via processamento de linguagem natural e parser de PDFs de inquéritos civis) para identificar variáveis de valoração e informações geográficas, disponibilizando uma interface para validação humana antes do cálculo. Deve também permitir a importação de coordenadas e geração de arquivos .kml. Resultados esperados incluem celeridade e autonomia para a atuação das Promotorias de Justiça, exportação de polígonos em formato KML, geração do Parecer Técnico Eletrônico com memória de cálculo detalhada e segurança jurídica fundamentada.

3. Oportunidades de Mercado

A solução possui um fit geográfico e institucional imediato para o modelo de Revenue Share:

Sistema de Justiça (G2G): Replicação direta para todos os Ministérios Públicos Estaduais, Ministério Público Federal (MPF), Tribunais de Justiça e Defensorias Públicas que lidam com ações ambientais.

Órgãos Executivos e Reguladores (G2G): Órgãos de fiscalização como IBAMA, ICMBio, FEPAM e Secretarias Estaduais/Municipais de Meio Ambiente, para estimativa econômica da degradação ambiental e cálculo de multas, a partir da adequação da metodologia de cálculo, e termos de compromisso mais rigorosos.

Setor Privado Estratégico (B2B): O agronegócio, indústrias de base e grandes bancas de advocacia necessitam de soluções para calcular compliance ambiental, provisionamento de passivos e mercado de créditos de carbono, tornando a ferramenta essencial para auditorias privadas (Big Four) e relatórios de sustentabilidade.

4. Requisitos Funcionais

ID	Descrição	PoC	Homologação
01	Módulo Fast-Track: Interface simplificada para Promotores de Justiça realizarem valorações de baixa complexidade para fins de acordos (ANPP/TAC) no âmbito de suas atribuições.	Sim	Sim
02	MapBiomas Alerta: Ferramenta para geração de parecer técnico automatizado de valoração de dano ambiental por desmatamento, integrando dados de laudos do MapBiomas Alerta e analisando a série temporal de índices de vegetação (NDVI/EVI) de imagens de satélite para classificar o estágio de regeneração da vegetação (inicial, intermediário ou avançado) conforme parâmetros da Resolução CONAMA nº 33/1994, calculando o custo de restauração ecológica.	Sim	Sim
03	Conversão do uso do solo: Ferramenta para geração de parecer técnico automatizado de valoração do dano ambiental decorrente de queimadas e conversão de uso do solo, abrangendo a supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente (APP), Unidades de Conservação (UC) de proteção integral ou uso sustentável, e remanescentes de	15	Sim

ID	Descrição	PoC	Homologação
	vegetação nativa, aplicando fatores multiplicadores de sensibilidade ecológica e custos de oportunidade da terra.		
04	Caça: Ferramenta para geração de parecer técnico automatizado de valoração do dano ambiental por caça ilegal, calculando o impacto econômico com base no valor de mercado das espécies (comércio legalizado), custos estimados de reintrodução, monitoramento populacional e grau de ameaça de extinção da fauna afetada, conforme tabelas oficiais de referência.	Sim	Sim
05	Pesca: Ferramenta para geração de parecer técnico automatizado de valoração do dano ambiental por pesca predatória ou ilegal, calculando o impacto econômico com base no valor comercial de mercado das espécies, volume estimado da captura, custos de reposição do estoque pesqueiro e valoração dos serviços ecossistêmicos perdidos.	15	Sim
06	Aves em cativeiro: Ferramenta para geração de parecer técnico automatizado de valoração do dano ambiental por cativeiro ilegal de aves silvestres, aplicando a metodologia baseada em emergência (custo energético ambiental)	15	Sim

ID	Descrição	PoC	Homologação
	combinada aos custos de apreensão, triagem, reabilitação veterinária, repatriação e reintrodução na natureza, conforme diretrizes do CNMP.		
07	Poluição: Ferramenta para geração de parecer técnico automatizado de valoração do dano por poluição (hídrica, do solo ou atmosférica), aplicando a metodologia de Equivalência de Recursos/Habitats (HEA - Habitat Equivalency Analysis) para quantificar a perda temporária ou permanente de serviços ecossistêmicos até a restauração completa do meio afetado.	15	Sim
08	Ingestão via API: Recebimento de coordenadas e dados estruturados para início do processo de valoração.	-	Sim
09	Parecer Técnico Eletrônico: Geração automatizada de documento em formato PDF contendo o relatório consolidado de valoração econômica, fundamentação jurídica e técnica estritamente alinhada às Diretrizes de Valoração de Danos Ambientais do CNMP, com suporte a assinatura eletrônica e rastreabilidade de fontes.	Sim	Sim
10	Memória de Cálculo: Apresentação detalhada da metodologia e	10	Sim

ID	Descrição	PoC	Homologação
	variáveis utilizadas, garantindo o rigor de explicabilidade exigido pelo MPRS.		
11	Atualização Monetária: Correção automática de valores desde a data do evento até a emissão do laudo final a partir de índices oficiais ou variação cambial.	-	20
12	Motor RAG (Ingestão): Indexação semântica de pareceres técnicos e laudos históricos do MPRS para busca de precedentes de avaliação/valorização.	-	30
13	Módulo de Explicabilidade (RAG): Inserção automática de excertos de pareceres anteriores que validam a metodologia escolhida pela IA.	-	30
14	Score de Confiança: Exibição da probabilidade de acerto na identificação do dano e na recuperação de precedentes pelo RAG.	15	20
15	Grounded Generation: Bloqueio de alucinações por meio de ancoragem estrita (grounding), garantindo que as valorações e justificativas geradas se baseiem exclusivamente em bases oficiais de dados, acervo técnico do MPRS e diretrizes do CNMP.	-	30

ID	Descrição	PoC	Homologação
16	Exportação para Jurimetria: Disponibilização dos dados em JSON/CSV para alimentação de painéis de análise de atuação ambiental.	-	20
17	Sincronização Texto-Imagem: Sugestão de atualização do gráfico de valoração caso o usuário altere o texto descritivo do dano no parecer técnico.	-	15
18	Exportação Geoespacial: Funcionalidade de exportação de polígonos e pontos da degradação em formato .kml para integração com sistemas de geoprocessamento.	10	Sim
19	Base de Dados de Referência: Implementação de repositório de valores de mercado e custos de reintrodução para fauna nativa (caça/pesca/cativeiro) com interface de atualização.	-	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	-	Sim

ID	Item	Descrição	PoC	Homologação
		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).		
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): Implementação de RBAC para segmentação granular e rastreabilidade.	-	Sim
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	-	Sim

ID	Item	Descrição	PoC	Homologação
		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.		
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	Containerização e Serverless: Imagens Docker/OCI com execução portátil, permitindo serviços gerenciados/serverless e rollback.	-	Sim
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

ID	Item	Descrição	PoC	Homologação
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 vazamento de system prompts.	-	Sim
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	Crítério de Aceite: Quando aplicável a soluções que utilizem modelos de Inteligência Artificial	-	Sim

ID	Item	Descrição	PoC	Homologação
		generativa ou LLMs, o desempenho será aferido pela métrica HAM (Hallucination Rate), com HAM máximo de 10% sobre o conjunto de testes.		
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
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 bloqueio contra desativação de segurança por comandos.	-	Sim
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	-	Sim

ID	Item	Descrição	PoC	Homologação
		operações sensíveis ou escalonamento indevido de privilégios.		
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	Sim