

# **Proposta Técnica – Plataforma DApp em Blockchain Pública para Registro e Controle de Notificação de Óbitos com Potencial de Doação de Córneas**

## **1. Identificação do desafio a ser resolvido**

O desafio consiste em reduzir a subnotificação de óbitos por parada cardiorrespiratória (PCR) com potencial para doação de córneas, causada pela ausência de um processo padronizado, digital e ágil de notificação.

Atualmente, cerca de 1.700 pessoas aguardam transplante de córnea em Goiás, com tempo médio de espera de 27 meses, enquanto tecidos viáveis deixam de ser aproveitados por falhas na comunicação entre hospitais, IML, SVO e Banco de Olhos.

A solução precisa garantir identificação tempestiva, comunicação integrada e rastreabilidade pública dos potenciais doadores.

## **2. Identificação e contato da Licitante**

Licitante: Blockchaintech Brazil.

CNPJ: 12.345.678/0001-99

Endereço: Avenida A, 4165. Reserva do Paiva, Cabo de Santo Agostinho - PE.

CEP: 54.522-0053.

## **3. Descrição da Solução Inovadora**

### **3.1. INOVAÇÃO**

A solução consiste em uma aplicação descentralizada (DApp) desenvolvida em plataforma Web3 sobre blockchain pública (Ethereum, Arbitrum ou equivalente). Seu objetivo é modernizar e tornar mais seguro o fluxo de notificações de óbito por PCR, garantindo confiabilidade e inovação tecnológica no setor de saúde.

Como garantia da Imutabilidade e transparência dos registros cada notificação de óbito por PCR será registrada de forma anonimizada em blockchain pública, sendo auditável por qualquer parte autorizada.

Ele se diferencia por reunir um conjunto de características que não apenas compõem, mas definem sua essência e valor:

- Smart Contracts: programas ou códigos registrados na blockchain que automatizam critérios de elegibilidade (tempo de óbito, exames, idade).
- Acesso descentralizado: hospitais credenciados, IML, SVO e Banco de Olhos acessam via DApp, sem depender de servidor central.
- Inovação legal: enquadra-se como inovação tecnológica nos termos da LC 182/2021 e Lei 10.973/2004, aplicando uma aplicação descentralizada (DApp) conectada a uma blockchain pública a um fluxo crítico de saúde.

### 3.2. PIPELINE

O pipeline da solução descreve de forma estruturada o fluxo operacional que define o produto. Cada etapa foi concebida para garantir segurança, transparência e eficiência no processo de notificação de óbitos por PCR, integrando diferentes atores do sistema de saúde em uma rede descentralizada.

Mais do que um simples roteiro técnico, este pipeline representa a espinha dorsal da aplicação, traduzindo os princípios da Web3 e da blockchain pública em funcionalidades práticas que asseguram confiabilidade, automação e inovação regulatória.

1. Registro inicial
  - Atores envolvidos: Hospital, IML ou SVO.
  - Processo: Inserção dos dados de óbito por PCR diretamente na blockchain por meio da aplicação descentralizada (DApp).
  - Benefício: Elimina dependência de sistemas locais ou servidores centrais, garantindo entrada padronizada e segura.
2. Validação automática

- Mecanismo: Smart contracts programados para verificar critérios médicos e jurídicos (tempo de óbito, exames realizados, idade do paciente, autorização familiar, etc).
  - Benefício: Reduz erros humanos, assegura conformidade legal e acelera o processo de elegibilidade.
3. Gravação em blockchain pública
- Tecnologia: Blockchain pública (Ethereum, Arbitrum ou equivalente).
  - Processo: Cada registro validado consiste de um bloco que é gravado na blockchain, tornando-se permanente, imutável e transparente.
  - Benefício: Garante rastreabilidade, integridade dos dados e confiança entre as partes.
4. Notificação descentralizada
- Atores envolvidos: Banco de Olhos e Secretarias Estaduais de Saúde (SES).
  - Processo: Recebem alertas em tempo real via DApp, sem necessidade de intermediários.
  - Benefício: Acelera a comunicação, permitindo resposta imediata em processos críticos como captação de órgãos.
5. Consulta pública autorizada
- Atores envolvidos: Órgãos reguladores e entidades autorizadas.
  - Processo: Acesso à trilha de auditoria diretamente pelo DApp, com permissões definidas.
  - Benefício: Transparência regulatória, fiscalização simplificada e maior credibilidade institucional.
6. Relatórios automatizados
- Mecanismo: Geração de estatísticas e dashboards descentralizados a partir dos registros em blockchain.
  - Benefício: Apoio à tomada de decisão, monitoramento em tempo real e produção de indicadores estratégicos para políticas públicas de saúde.

### 3.3. INTEGRAÇÃO

A integração é um dos pilares que define a robustez e a aplicabilidade do produto, garantindo que diferentes instituições de saúde possam operar de forma coordenada, segura e transparente dentro de um ecossistema descentralizado.

O desenho da solução privilegia padrões reconhecidos internacionalmente, conexões diretas com bases críticas e mecanismos avançados de autenticação, assegurando interoperabilidade e confiança em cada interação.

### Componentes de Integração

- APIs HL7/FHIR: asseguram interoperabilidade com prontuários eletrônicos, permitindo troca de informações clínicas de forma padronizada e compatível com sistemas já existentes.
- Conexão direta com bases do IML e SVO: garante integração nativa com os fluxos oficiais de registro de óbitos, eliminando redundâncias e aumentando a confiabilidade dos dados.
- Hospedagem descentralizada: uso do IPFS para armazenamento de metadados e documentos, assegurando disponibilidade, resiliência e resistência a falhas de servidores centrais.
- Autenticação avançada: cada instituição opera com chaves públicas/privadas, garantindo segurança criptográfica, acesso controlado e rastreabilidade das ações realizadas.

## 3.4. RESILIÊNCIA

### 3.4.1. Expansão da Solução

A arquitetura proposta não se limita ao fluxo inicial de notificações de óbitos por PCR. Graças à flexibilidade dos smart contracts e da modularidade do DApp, a solução pode ser facilmente ampliada para atender novos cenários críticos da saúde:

- Notificação de óbitos com potencial para doação de outros tecidos: além da córnea, o sistema pode incluir medula óssea, pele e outros tecidos, ampliando o impacto social e médico da solução.

- Gestão de insumos hospitalares críticos: novos módulos e smart contracts podem monitorar estoques de medicamentos, bolsas de sangue e equipamentos essenciais, garantindo rastreabilidade e transparência na cadeia de suprimentos hospitalares.
- Expansão modular: cada nova funcionalidade é adicionada como contrato inteligente ou módulo no DApp, sem comprometer a arquitetura existente, mantendo escalabilidade e interoperabilidade.

### 3.5. ESCALABILIDADE

A escalabilidade é um dos diferenciais centrais do produto, permitindo que a solução cresça em alcance e complexidade sem perda de desempenho ou confiabilidade.

- Adaptabilidade a novas fontes de dados: integração com hospitais privados, registros nacionais e sistemas internacionais de saúde.
- Blockchain pública como base: suporte nativo a milhares de transações simultâneas, garantindo desempenho mesmo em cenários de alta demanda.
- Desenvolvimento incremental: novos contratos inteligentes e conectores de dados podem ser adicionados conforme surgem necessidades específicas, sem necessidade de reestruturar o sistema.
- Escalabilidade horizontal: possibilidade de expansão para múltiplas jurisdições e diferentes fluxos regulatórios, mantendo a mesma arquitetura descentralizada.

### 3.6. TEMPO DE DESENVOLVIMENTO

O cronograma de desenvolvimento foi estruturado para garantir entregas rápidas e progressivas, com validação contínua junto aos atores envolvidos:

- 2 meses: protótipo funcional do DApp com registro básico em blockchain pública.
- +3 meses: integração com SES, IML e Banco de Olhos, consolidando o ecossistema inicial.
- +3 meses: testes piloto em hospitais selecionados e homologação regulatória.

- Total: 8 meses: plena qualificação tecnológica, com solução pronta para operação em escala.

### 3.7. TESTES

A fase de testes é crítica para assegurar robustez, segurança e confiabilidade da solução. O plano contempla diferentes níveis de validação técnica e médica:

- Testes unitários: verificação dos smart contracts responsáveis pela validação de óbitos, garantindo precisão lógica e aderência às regras médicas e jurídicas.
- Testes de integração: validação das APIs HL7/FHIR com sistemas hospitalares, assegurando interoperabilidade e consistência dos dados.
- Testes de carga: simulação de até 1000 notificações simultâneas na blockchain pública, avaliando desempenho e escalabilidade.
- Testes de segurança: auditoria das chaves criptográficas, análise de vulnerabilidades e resistência a ataques externos.
- Entregáveis: relatórios técnicos detalhados, dashboards descentralizados para acompanhamento em tempo real e validação médica oficial.

### 3.8. NÍVEL DE MATURIDADE (TRL)

O nível de maturidade tecnológica (Technology Readiness Level – TRL) é um indicador internacionalmente reconhecido que avalia o estágio de desenvolvimento de uma solução.

- **Situação atual:** a solução encontra-se em **TRL 5**, correspondente à fase de **validação em ambiente relevante**.
- **Evidências:** já existe um protótipo funcional testado em ambiente hospitalar simulado, com registros de óbitos inseridos via DApp e validação automática por smart contracts. Esse protótipo demonstrou a viabilidade técnica e a aderência às regras médicas e jurídicas.
- **Próxima evolução:** o objetivo imediato é alcançar **TRL 6**, que corresponde à **demonstração em ambiente real**. Nesta etapa, o sistema será integrado a

fluxos oficiais da SES e do Banco de Olhos, permitindo validação prática em cenários reais de saúde pública.

- **Perspectiva futura:** após TRL 6, o roadmap prevê evolução para TRL 7 e TRL 8, com testes em larga escala, homologação regulatória e operação plena em múltiplas instituições de saúde.

#### 4. Modelo de Negócios

O modelo de negócios foi estruturado para garantir sustentabilidade financeira, impacto social e escalabilidade tecnológica, posicionando a solução como referência em inovação aplicada à saúde.

##### 4.1 Ramo de atuação

- Tecnologia aplicada à saúde, com foco em **blockchain pública e aplicações descentralizadas (DApps)**.
- Atuação em nichos críticos como **notificação de óbitos, transplantes e rastreabilidade hospitalar**.

##### 4.2 Experiência prévia

- Equipe com histórico em projetos de **plataformas de saúde, rastreabilidade de medicamentos, cadeia logística hospitalar e sistemas descentralizados**.
- Experiência comprovada em integração com padrões internacionais (HL7/FHIR) e em desenvolvimento de soluções Web3.

##### 4.3 Entrega de valor

- **Redução da subnotificação:** registros imutáveis e auditáveis diminuem falhas e omissões.
- **Aumento do aproveitamento de córneas:** notificações em tempo real ampliam a captação de tecidos.
- **Diminuição da fila de espera:** maior eficiência no fluxo de transplantes gera impacto direto na vida dos pacientes.

- **Transparência regulatória:** órgãos de controle têm acesso imediato à trilha de auditoria.

#### 4.4 Orçamento previsto

- Estimativa inicial de **R\$ 1150.000,00 (hum milhão e cento e cinquenta mil reais)** para desenvolvimento, integração, testes e homologação no âmbito da contratação inicial.
- Estrutura de custos contempla equipe técnica, infraestrutura descentralizada (blockchain + IPFS), validação de segurança da aplicação, dos smartcontracts e validação médica.

#### 4.5 Equipe dedicada

- **3 especialistas em blockchain pública** (Ethereum, Arbitrum): responsáveis pela arquitetura descentralizada e smart contracts.
- **3 desenvolvedores full-stack** (Solidity, Node.js, React): responsáveis pelo DApp, interfaces e integração com APIs.
- **2 analistas de integração** (HL7/FHIR, APIs REST): responsáveis pela interoperabilidade com sistemas hospitalares e regulatórios.
- **1 médico consultor especialista em transplantes de córnea:** garante aderência clínica e validação médica dos fluxos.
- **1 gestor de projeto com experiência em saúde pública:** coordena entregas, cronograma e alinhamento com órgãos reguladores.

### 5. Esboço do Plano de Trabalho

#### 5.1 Identificação de Empresas, Instituições, Parceiros e Pessoas Envolvidas

- **Proponente/Licitante:** Blockchaintech Brazil
  - CNPJ: 12.345.678/0001-99
  - Endereço: Avenida A, 4165. Reserva do Paiva, Cabo de Santo Agostinho - PE.  
CEP: 54.522-0053
- **Parceiros Institucionais (previstos):**

- **Hospitais credenciados:** responsáveis pela notificação inicial de óbito por PCR.
- **Instituto Médico Legal (IML):** integração para validação de óbitos e exames.
- **Serviço de Verificação de Óbito (SVO):** apoio na coleta de dados clínicos.
- **Banco de Olhos de Goiás:** receptor das notificações e responsável pela logística da captação de córneas.
- **Equipe Técnica (Blockchaintech Brazil):**
  - Coordenador de Projeto (Gestão e interface institucional).
  - Desenvolvedores Blockchain/Web3 (responsáveis pelo DApp e smart contracts).
  - Analista de Integração de Sistemas (API e interoperabilidade com sistemas hospitalares).
  - Especialista em Compliance e LGPD (garantia de anonimização e conformidade legal).
  - Consultor Médico (apoio técnico para critérios de elegibilidade e fluxo clínico).

## 6. Cronograma Físico-Financeiro

### 6.1 Discriminação dos Custos

| <b>Etapa</b> | <b>Descrição</b>  | <b>Valor Estimado (R\$)</b> |
|--------------|---|-----------------------------|
| 1            | Planejamento detalhado, levantamento de requisitos e integração com parceiros | 150.000                     |
| 2            | Desenvolvimento do DApp (frontend e backend Web3)                             | 300.000                     |
| 3            | Implementação de Smart Contracts e testes em blockchain pública               | 250.000                     |
| 4            | Integração com sistemas hospitalares, IML, SVO e Banco de Olhos               | 200.000                     |
| 5            | Testes-piloto, validação com parceiros e ajustes finais                       | 150.000                     |
| 6            | Treinamento de usuários e implantação oficial                                 | 100.000                     |
| <b>Total</b> |   | <b>1.150.000</b>            |

## 6.2 Etapas, Metas e Marcos

| Período    | Etapa                   | Meta                                     | Marco                           | Pagamento Vinculado |
|------------|-------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Mês 1-2    | Planejamento requisitos | e Documento de requisitos validado       | Aprovação do plano              | 10%                 |
| Mês 3-5    | Desenvolvimento DApp    | Protótipo funcional                      | Entrega do MVP                  | 25%                 |
| Mês 6-7    | Smart Contracts         | Critérios de elegibilidade automatizados | Testes em rede de homologação   | 20%                 |
| Mês 8-9    | Integração              | APIs funcionando com hospitais e IML     | Certificação interoperabilidade | de 20%              |
| Mês 10     | Testes-piloto           | Fluxo completo validado                  | Relatório de validação          | 15%                 |
| Mês 11- 12 | Treinamento implantação | e Usuários capacitados                   | Sistema em operação             | 10%                 |

## 6.3 Pagamento Antecipado

- **Necessidade:** Sim, pagamento antecipado de **10%** do valor total.
- **Justificativa:**
  - Cobrir custos iniciais de mobilização da equipe técnica.
  - Garantir aquisição de infraestrutura mínima (servidores de teste, licenças de integração, consultoria legal).
  - Assegurar início imediato das atividades de levantamento de requisitos e integração com parceiros institucionais.

## 7. Fatores Críticos de Sucesso – Ações Propostas

- Interoperabilidade entre sistemas hospitalares, Banco de Olhos e Central Estadual de Transplantes
- Desenvolver APIs HL7/FHIR padronizadas para integração.
- Criar conectores customizados para sistemas legados, evitando substituição imediata.
- Estabelecer ambiente de testes de integração com dados simulados antes da entrada em produção.

- Confiabilidade na captação automatizada dos dados clínicos
- Implementar smart contracts com validações múltiplas (tempo de óbito, exames, idade).
- Adotar auditoria contínua dos registros em blockchain para garantir rastreabilidade.
- Criar protocolos de redundância (backup descentralizado via IPFS).
- Engajamento das equipes de saúde, OPOs, Banco de Olhos e IML/SVO
- Realizar workshops de capacitação sobre uso do DApp e protocolos de notificação.
- Implantar programa de incentivo institucional (ex.: reconhecimento por eficiência na notificação).
- Criar painéis de acompanhamento em tempo real para dar visibilidade ao impacto positivo (redução da fila, aumento de aproveitamento).

## **8. Indicativos de Sucesso – Ações Propostas**

- Percentual de notificações automatizadas realizadas com sucesso
- Monitorar via dashboards descentralizados.
- Definir meta inicial de 70% em piloto, com evolução progressiva.
- Tempo médio entre óbito e notificação reduzido significativamente
- Estabelecer SLA de notificação automática (ex.: < 15 minutos).
- Comparar com baseline histórico para medir impacto.
- Aumento no número de córneas efetivamente aproveitadas
- Criar indicadores mensais de aproveitamento.
- Relacionar diretamente com notificações automatizadas para evidenciar correlação.
- Automação de notificação de óbitos com potencial de doação
- Expandir smart contracts para outros tecidos (medula, pele).
- Validar em ambiente real com SES e Banco de Olhos.

## **9. Principais Dores – Ações Propostas**

- Falta de integração entre sistemas hospitalares, Banco de Olhos e Central Estadual de Transplantes

- Mapear sistemas existentes e priorizar conectores de maior impacto.
- Criar plano de integração faseado (primeiro hospitais públicos, depois privados).
- Subnotificação por falha humana, desconhecimento do protocolo ou barreiras tecnológicas
- Automatizar notificações via smart contracts.
- Implantar treinamento contínuo e manual digital interativo no DApp.
- Disponibilizar suporte técnico 24/7 durante fase piloto.
- Perda de córneas por notificação fora da janela crítica de tempo
- Implementar alertas em tempo real para SES e Banco de Olhos.
- Criar mecanismo de escalonamento automático (ex.: SMS/WhatsApp institucional).

## **10. Riscos – Ações Propostas**

- Resistência à adoção da solução tecnológica pelos profissionais de saúde
- Estratégia de mudança cultural: treinamentos, comunicação clara e envolvimento das lideranças médicas.
- Mostrar benefícios práticos (redução de burocracia, impacto direto nos pacientes).
- Incompatibilidade com sistemas já utilizados em hospitais ou unidades do IML/SVO
- Desenvolver middleware de integração para compatibilizar sistemas legados.
- Adotar arquitetura modular, permitindo substituição gradual.
- Dificuldade jurídica e técnica na integração com bases sensíveis de dados de óbito
- Trabalhar em conjunto com órgãos reguladores para definir protocolos de acesso.
- Garantir compliance com LGPD e demais normas de proteção de dados.
- Riscos operacionais relacionados à manutenção da confiabilidade e rastreabilidade das notificações
- Estabelecer auditoria independente periódica dos smart contracts.
- Criar plano de contingência para falhas técnicas (ex.: redundância em múltiplas redes blockchain).



**Checklist:**

**□ Identificação**

- [ ] Nome e contato da licitante (pessoa física ou jurídica).
- [ ] Indicação clara do desafio a ser resolvido.

**□ Descrição da Solução Inovadora**

- [ ] Explicação de como a solução resolve o desafio.
- [ ] Justificativa de inovação (por que é inovadora).
- [ ] Pipeline (fluxo de tarefas da solução).
- [ ] Estratégia de integração com processos e dados da SES.
- [ ] Avaliação de resiliência (adaptação futura).
- [ ] Avaliação de escalabilidade (outras fontes de dados).
- [ ] Estimativa de tempo de desenvolvimento.
- [ ] Plano de testes e entregáveis.
- [ ] Declaração do nível de maturidade tecnológica (TRL).

**□ Modelo de Negócios**

- [ ] Informações sobre ramo de atuação e experiências.
- [ ] Entrega de valor e faturamento esperado.
- [ ] Qualificação da equipe dedicada ao desafio.

**□ Apresentação**

- [ ] Link para vídeo de até 5 minutos apresentando a proposta.

**□ Plano de Trabalho**

- [ ] Identificação de empresas/parceiros envolvidos.
- [ ] Cronograma físico-financeiro com:
  - Custos totais e por etapa.
  - Metas e marcos vinculados a pagamentos.

- Justificativa para eventual pagamento antecipado.

Versão Pública

- [ ] PDF não sigiloso da proposta (se houver partes confidenciais).

Submissão

- [ ] Envio via formulário eletrônico no hotsite do CPSI.
- [ ] Conferir recebimento do e-mail automático de confirmação.
- [ ] Garantir que apenas a última versão enviada será considerada.

## Cronograma de Preparação da Proposta – CPSI nº 01/2025

| Data<br>(2026) | Atividade sugerida  |
|----------------|---|
| 13/01          | Início do prazo. Revisar edital e mapear requisitos do desafio.                 |
| 14/01          | Definir equipe envolvida e parceiros.   |
| 15/01          | Estruturar descrição da solução inovadora (inovação, pipeline, integração).     |
| 16/01          | Trabalhar nos pontos de resiliência, escalabilidade e tempo de desenvolvimento. |
| 17/01          | Elaborar plano de testes e entregáveis.   |
| 18/01          | Definir modelo de negócios e reunir informações de atuação/experiência.         |
| 19/01          | Produzir vídeo de apresentação (máx. 5 min).                                    |
| 20/01          | Montar cronograma físico-financeiro (custos, etapas, metas, pagamentos).        |
| 21/01          | Consolidar plano de trabalho e identificar parceiros/empresas envolvidas.       |
| 22/01          | Revisar nível de maturidade tecnológica (TRL) e justificar.                     |
| 23/01          | Preparar versão não sigilosa em PDF (se necessário).                            |
| 24/01          | Revisão geral da proposta e checklist final.                                    |
| 25/01          | Submeter proposta no hotsite do CPSI e confirmar recebimento por e-mail.        |
| 26/01          | Último dia do prazo. Usar apenas como margem de segurança para ajustes finais.  |

