

**Projeto de descontaminação e  
Tratamento da população em área  
contaminada.**

**Bairros: Jd. Arpoador, Jd São Jorge e  
Jd. Boa Vista – Butantã / SP.**

## SUMÁRIO

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                     | <b>3</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                      | <b>3</b>  |
| <b>3. METODOLOGIA .....</b>                    | <b>4</b>  |
| <b>3.1. Diagnóstico Populacional .....</b>     | <b>4</b>  |
| <b>3.1.1. Identificação da População .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3.1.2. Exames Toxicológicos .....</b>       | <b>4</b>  |
| <b>3.1.3. Avaliação de Patologias .....</b>    | <b>5</b>  |
| <b>3.2. Tratamento Médico .....</b>            | <b>5</b>  |
| <b>3.2.1. Protocolos de Tratamento .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>3.3. Remediação Ambiental .....</b>         | <b>6</b>  |
| <b>3.3.1. Tecnologias de Remediação .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>3.3.2. Cronograma de Remediação .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>3.4. Monitoramento e Educação .....</b>     | <b>7</b>  |
| <b>4. ORÇAMENTO TOTAL .....</b>                | <b>8</b>  |
| <b>5. EXEMPLOS MUNDIAIS .....</b>              | <b>9</b>  |
| <b>6. CRONOGRAMA GERAL .....</b>               | <b>9</b>  |
| <b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>           | <b>10</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>        | <b>11</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Este projeto aborda a descontaminação de uma população de aproximadamente 21.000 pessoas residentes em uma área de 113 hectares (raio de 600 metros) localizada em um vale com residências, impactada por múltiplos contaminantes: metais pesados, poluentes orgânicos persistentes (POPs), solventes aromáticos, hidrocarbonetos totais de petróleo (TPHs), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs), compostos orgânicos semivoláteis (COSVs), compostos orgânicos voláteis (COVs) e organoclorados.

A contaminação afeta solo, água subterrânea, plantas, árvores frutíferas e ar, exigindo uma abordagem integrada que inclui diagnóstico toxicológico, tratamento médico, remediação ambiental e monitoramento de longo prazo.

O projeto utiliza tecnologias de remediação reconhecidas internacionalmente, com exemplos mundiais, orçamento detalhado e cronograma.

## 2. OBJETIVOS

**Primário:** Proteger a saúde da população exposta por meio de diagnóstico, tratamento médico e remediação ambiental.

**Secundários:** Quantificar contaminantes no sangue e urina dos 21.000 residentes.

- . Tratar patologias associadas à exposição aos contaminantes.
- . Remediar solo, água subterrânea, plantas e ar na área afetada.
- . Estabelecer monitoramento de longo prazo para prevenir recontaminação.
- . Promover educação ambiental e políticas públicas.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Diagnóstico Populacional

##### 3.1.1. Identificação da População

. **População Total:** 21.000 habitantes (densidade aproximada de 186 habitantes/hectare, típica de áreas urbanas/rurais densas).

. **Grupos de Risco:** Crianças (<12 anos, ~20%), idosos (>60 anos, ~15%), gestantes (~5%) e indivíduos com condições preexistentes (ex.: doenças respiratórias, neurológicas).

##### 3.1.2. Exames Toxicológicos

###### . Exames Realizados:

. **Análise de Sangue:** Detecção de metais pesados (chumbo, mercúrio, cádmio, arsênio) e POPs (PCBs, dioxinas, DDT). Método: Espectrometria de Massa com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) para metais; Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa (GC-MS) para POPs.

. **Análise de Urina:** Detecção de COVs (benzeno, tolueno, xileno), PAHs e metabólitos de organoclorados. Método: GC-MS e Cromatografia Líquida de Alta Performance (HPLC).

. **Biomarcadores:** Avaliação de danos oxidativos (ex.: 8-hidroxideoxiguanosina) e alterações hepáticas/renais (ex.: enzimas ALT, AST, creatinina).

. **Frequência:** Inicial (baseline), 6 meses, 12 meses e anual por 5 anos.

###### . Custo Estimado por Pessoa:

. Sangue (ICP-MS + GC-MS): US\$ 200

. Urina (GC-MS + HPLC): US\$ 150

. Biomarcadores: US\$ 100

. Total por pessoa: US\$ 450

. Total para 21.000 pessoas (1ª rodada): US\$ 9.450.000

**. Total para 5 anos (5 rodadas): US\$ 47.250.000**

### 3.1.3. Avaliação de Patologias

#### **. Patologias Associadas:**

. **Metais Pesados:** Neurotoxicidade (chumbo, mercúrio), nefrotoxicidade (cádmio), anemia (chumbo).

. **POPs/Organoclorados:** Hepatotoxicidade, câncer, disfunções hormonais, atraso no desenvolvimento infantil.

. **PAHs/COVs:** Doenças respiratórias (bronquite, asma), câncer (pulmão, pele), dermatites.

. **TPHs:** Irritações cutâneas, neurotoxicidade.

#### **. Exames Clínicos:**

Exames físicos, espirometria, testes neurológicos, exames hepáticos/renais.

. Custo por pessoa: US\$ 200

Total inicial (21.000 pessoas): US\$ 4.200.000

**Total para 5 anos (anual): US\$ 21.000.000**

## 3.2. Tratamento Médico

### 3.2.1. Protocolos de Tratamento

#### **. Metais Pesados:**

. Quelantes: DMSA (ácido dimercaptosuccínico) ou EDTA para chumbo, mercúrio, cádmio. Dose: 10-30 mg/kg/dia por 5-7 dias, repetida conforme necessidade.

. Estimativa: 20% da população (4.200 pessoas) necessitando.

**. Custo: US\$ 50/pessoa/ciclo; 3 ciclos/ano: US\$ 630.000/ano.**

#### **POPs/ Organoclorados:**

Tratamento sintomático (ex.: hepatoprotetores como silimarina).

Monitoramento para câncer/danos congênitos.

. Estimativa: 10% da população (2.100 pessoas).

**. Custo: US\$ 30/pessoa/ano: US\$ 63.000/ano.**

**PAHs/COVs:**

Tratamento respiratório (corticoides, broncodilatadores).

. Estimativa: 15% da população (3.150 pessoas).

**. Custo: US\$ 40/pessoa/ano: US\$ 126.000/ano.**

**TPHs:**

Tratamento dermatológico (corticoides tópicos) e neurológico (anticonvulsivantes, se necessário).

. Estimativa: 10% (2.100 pessoas).

. Custo: US\$ 30/pessoa/ano: US\$ 63.000/ano.

. Total Anual (Tratamento): US\$ 882.000

**. Total para 5 anos: US\$ 4.410.000**

### **3.3. Remediação Ambiental**

#### **3.3.1. Tecnologias de Remediação**

**Solo:**

. Biorremediação: Uso de microrganismos (ex.: *Pseudomonas* spp., *Phanerochaete chrysosporium*) para degradar TPHs, PAHs, COVs.

. Fitorremediação: Plantas (ex.: alfafa, girassol) para metais pesados e POPs.

Oxidação Química In Situ (ISCO): Injeção de peróxido de hidrogênio ou permanganato para COVs/organoclorados.

**. Custo: US\$ 50.000/hectare. Total (113 hectares): US\$ 5.650.000**

**Água Subterrânea:**

. Pump-and-Treat: Bombeamento e tratamento com carvão ativado/air stripping.

. Barreiras Permeáveis Reativas (PRBs): Para organoclorados.

. Custo: US\$ 2.500.000 para instalação e operação (5 anos, ajustado para maior população).

**Ar:**

. Extração de Vapores do Solo (SVE): Para COVs.

**. Custo: US\$ 600.000 para instalação e operação.**

**Plantas/Árvores Frutíferas:**

Substituição de árvores contaminadas e monitoramento de novos plantios.

**. Custo: US\$ 150.000**

**3.3.2. Cronograma de Remediação**

**Ano 1:** Diagnóstico ambiental, instalação de sistemas (SVE, PRBs, pump-and-treat), início da biorremediação/fitorremediação.

**Anos 2-3:** Operação intensiva dos sistemas, monitoramento de contaminantes.

**Anos 4-5:** Redução gradual, monitoramento para encerramento.

**TOTAL: 5 ANOS.**

**3.4. Monitoramento e Educação**

**Monitoramento Ambiental:** Análise trimestral de solo, água e ar (US\$ 250.000/ano; Total 5 anos: US\$ 1.250.000).

**Educação Ambiental:** Campanhas para conscientização (US\$ 75.000/ano; Total: US\$ 375.000).

**Políticas Públicas:** Relatórios para órgãos ambientais (US\$ 150.000).

#### 4. ORÇAMENTO TOTAL

| Item                          | Custo (US\$)      |
|-------------------------------|-------------------|
| Exames Toxicológicos (5 anos) | 47.250.000        |
| Exames Clínicos (5 anos)      | 21.000.000        |
| Tratamento Médico (5 anos)    | 4.410.000         |
| Remediação Solo               | 5.650.000         |
| Remediação Água Subterrânea   | 2.500.000         |
| Remediação Ar                 | 600.000           |
| Substituição Plantas          | 150.000           |
| Monitoramento Ambiental       | 1.250.000         |
| Educação Ambiental            | 375.000           |
| Políticas Públicas            | 150.000           |
| <b>Total</b>                  | <b>83.335.000</b> |



## 5. EXEMPLOS MUNDIAIS

. **Superfund, EUA:** Remediação de áreas contaminadas por metais pesados e POPs (ex.: Love Canal). Utilizou pump-and-treat, oxidação química in situ (ISCO) e fitorremediação. Custo: ~US\$ 23 milhões (1999-2013).

. **HCH, Galícia, Espanha:** Tratamento de solo e água contaminados por hexaclorociclohexano com biorremediação e oxidação química. Resultados: Redução de 90% dos contaminantes em 5 anos.

. **Barakaldo, Espanha:** Remediação de solo com organoclorados via dessorção térmica, recuperando 80% da área para uso residencial.

## 6. CRONOGRAMA GERAL

. **Meses 1-6:** Diagnóstico populacional, exames toxicológicos/clínicos, mapeamento ambiental.

. **Meses 7-12:** Início da remediação (solo, água, ar), tratamentos médicos, campanhas de educação ambiental.

. **Anos 2-3:** Remediação intensiva, monitoramento contínuo, tratamentos médicos.

. **Anos 4-5:** Redução de intervenções, monitoramento final, avaliação de resultados.

. **TOTAL: 5 ANOS.**

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O projeto integra diagnóstico, tratamento médico e remediação ambiental para mitigar os impactos da contaminação em 21.000 pessoas e no ecossistema.

A abordagem é escalonada, com monitoramento contínuo para eficácia e segurança. Parcerias com órgãos ambientais, universidades e comunidades são cruciais para o sucesso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- . Cameron, M.D., Timofeevski, S., Aust, S.D. (2000). Enzymology of *Phanerochaete chrysosporium* with respect to the degradation of recalcitrant compounds and xenobiotics. *Applied Microbiology Biotechnology*, 54, 751-758.
- . CETESB. (2018). Relatório de Áreas Contaminadas.
- . IPT. (2008). Projeto de Remediação de Áreas Contaminadas.
- . Nobre, M.M., et al. (1998). Reinjeção de águas tratadas em sistemas pump-and-treat.
- . Pérez, A.P., Eugenio, N.R. (2018). Inventário de Áreas Contaminadas na UE.
- . USGAO. (2015). Superfund Program Report.