

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>RELATÓRIO</b><br><b>INVESTIGAÇÃO DE PASSIVO AMBIENTAL EM</b><br><b>ÁREAS DA UNIDADE DE CONCENTRADO DE</b><br><b>URÂNIO EM CAETITÉ</b> | <b>RT-URA-17-13</b>                               |
|   |  | Rev.: 00<br>Data: 31/07/13<br><b>Página 01/11</b> |
| <b>DRM</b>  |  |   |

**SUMÁRIO:**

1. OBJETIVO
2. CAMPO DE APLICAÇÃO
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
4. DEFINIÇÕES E SIGLAS
5. DESENVOLVIMENTO
6. CONCLUSÕES
7. ANEXOS

| CONTROLE DE REVISÕES |          |  |
|----------------------|----------|--|
| REV.                 | DATA     | DESCRIÇÃO SUMÁRIA  |
| 00                   | 31/07/13 | Atendimento aos Ofícios 122, 123/2011/COMOC/CGTMO/DILIC-IBAMA. |
|                      |          |  |
|                      |          |  |
|                      |          |  |
|                      |          |  |
|                      |          |  |
|                      |          |  |
|                      |          |  |

|             | Elaboração                            | Verificação                             | Verificação                          | Aprovação                           |
|-------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Nome        | Josilene da Silva<br>Rocha<br>CPRAT.M | Renata Rangel de<br>Carvalho<br>CPRAT.M | Lupicino Costa<br>Teixeira<br>UQ-URA | Hilton Mantovani<br>Lima<br>GPROT.M |
| Conselho Nº | CREA 141276/D                         | FISICA                                  | -                                    | CREA 48948/D                        |
| IBAMA Nº    | 5607310                               | 4300830                                 | 5288120                              | 221228                              |
| Data        |                                       |   |                                      |                                     |
| Assinatura  |                                       |   |                                      |                                     |

## 1. OBJETIVO

Apresentar os resultados do estudo de Investigação de Passivo Ambiental em atendimento a parte dos Ofícios N° 122, 123 e 132/2011/COMOC/CGTMO/DILIC/IBAMA, de abril/2011.

## 2. CAMPO DE APLICAÇÃO

A aplicação deste relatório é no âmbito da Diretoria de Recursos Minerais, DRM/INB, para ser encaminhado ao órgão fiscalizador IBAMA.

## 3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Ofício IBAMA N° 122/2011/COMOC/CGTMO/ DILIC/IBAMA, de 13 de Abril de 2011.
- Ofício IBAMA N° 123/2011/COMOC/CGTMO/ DILIC/IBAMA, de 13 de Abril de 2011.
- **RT-URA-11-12 R00** - Relatório de Atividades Executadas na INB-URA para Atendimento de Itens dos Ofícios 122, 123, 132/2011/COMOC/CGTMO/DILIC-IBAMA.
- Procedimento para a Identificação de Passivos Ambientais em Estabelecimentos com Sistema de Armazenamento Aéreo de Combustíveis (SAAC): ANEXO V. 2006b – CETESB.
- **Norma Interna CETESB N° 06.010/1986** - Instalação de Poços de Monitoramento e Amostragem.
- Termo de Referência para Investigação de Passivos Ambientais e Descomissionamento de Postos de Abastecimento que Utilizam Sistema de Armazenamento Aéreo de Combustíveis (SAAC) - IBAMA
- **Resolução CONAMA N° 420/2009** - Dispõe sobre critérios e valores orientadores e qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

## 4. DEFINIÇÕES E SIGLAS

### 4.1 Definições

**Bens a proteger** - Bens que, segundo a Política Nacional do Meio Ambiente e legislações decorrentes desta, devem ser protegidos. São considerados como bens a proteger: saúde e bem-estar da população; fauna e flora; qualidade do solo, das águas e do ar; interesses de proteção à natureza/paisagem; ordenação territorial e planejamento regional e urbano; segurança e ordem pública (CETESB, 2006).

**Modelo Conceitual** - Constitui-se numa síntese das informações relativas a uma área em estudo, onde se pode visualizar, através de texto explicativo ou ilustração, a localização da contaminação, a sua forma de propagação e a sua relação com os bens a proteger existentes (CETESB, 2006).

**Pluma de Contaminação** - Delimitação da extensão da contaminação de um meio (água, ar e solo) (CETESB, 2006).

**RBCA** – Metodologia estabelecida pelas normas *ASTM (American Society for Testing and Materials)* utilizada para gerenciamento de áreas contaminadas.

**Risco** - É a probabilidade de ocorrência de um efeito adverso aos bens a proteger em decorrência da sua exposição aos contaminantes presentes em uma área contaminada (CETESB, 2006).

**Site** – área foco da investigação ambiental.

**Valores de Intervenção** - São valores–limite usados para induzir medidas de remediação imediata (CETESB, 2006).

## 4.2 Siglas

**BTEX** – Benzeno, Tolueno, Etileno e Xileno

**CETESB** - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente

**CPRAT.M** – Coordenação de Proteção Radiológica de Caetité

**GPROT.M** – Gerência de Produção de Caetité

**IBAMA** – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

**MPC** - MPC Transporte e Terraplanagem LTDA

**PAH** – Hidrocarbonetos Poliaromáticos (do inglês)

**ppm** – parte por milhão

**RBCA** - Ação Corretiva Baseada em Risco (do inglês)

**SVOC** – Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (do inglês)

**TPH** – Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (do inglês)

**UQ-URA** – Unidade de Qualidade de Caetité

**URA** – Unidade de Concentrado de Urânio

**VOC** – Compostos Orgânicos Voláteis (do inglês)

## 5. DESENVOLVIMENTO

A Investigação de Passivos Ambientais teve como objetivo avaliar possíveis contaminações do solo e águas subterrâneas por:

- ✓ Óleo combustível de origem das atividades nos postos de abastecimento de veículos, na oficina mecânica da empresa MPC e local reservado para treinamentos da brigada;
- ✓ Metais pesados e outros contaminantes no Depósito de Resíduos Sólidos em função das atividades de deposição e armazenamento de resíduos.

A investigação foi realizada em cinco áreas distintas. A seguir estão elencadas as áreas com as denominações que receberam no relatório em anexo (ANEXO I), bem como o histórico ou motivo para sua investigação:

- Antiga Área da Brigada de Incêndio – onde ocorriam simulações de fogo real alimentado por óleo combustível;
- Depósito de Resíduos Sólidos – área onde ocorrem armazenamento e disposição de resíduos sólidos;
- Oficina e Lavagem MPC – área onde estão as instalações da empreiteira (MPC) e são realizadas manutenção mecânica e lavagem das máquinas e equipamentos. Nesta área, foi detectada contaminação do solo pela INB. Como objetivo de cessar a contaminação, em 2011, foi realizada a remoção do solo contaminado e melhorias nas instalações, conforme relatado no RT-URA-11-12.
- Posto de Abastecimento INB – área onde era realizado o abastecimento da frota da INB. Nesta área houve, em 2011, um vazamento de óleo diesel. O solo contaminado também foi removido e os detalhes da remediação estão transcorridos no RT-URA-11-12. No início da investigação, o posto estava em atividade, mas foi desativado em 12/03/2013.
- Posto de Abastecimento MPC – área onde atualmente é realizado o abastecimento da frota da empreiteira (MPC) e da INB.

O estudo foi realizado pela empresa TRIAL TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA, CNPJ 13.022.380/0001-07, no período de 22 de janeiro a 04 de junho de 2013.

A investigação foi realizada em duas etapas: Investigação Ambiental Preliminar e Investigação Ambiental Confirmatória.

### **5.1. Investigação Ambiental Preliminar (22/01/2013 a 01/03/2013)**

A Investigação Ambiental Preliminar teve por objetivo confirmar a existência de vazamento e/ou contaminação e elaborar o modelo conceitual inicial da área. As principais atividades realizadas nesta primeira etapa foram:

- Coleta de informações sobre as instalações, as operações realizadas no local, os produtos manuseados, o histórico de ocorrências e a existência de estudos anteriores;
- Realização de inspeções nas áreas e nas edificações vizinhas, de modo a identificar a existência de indicadores de contaminação;
- Levantamento do uso e ocupação do solo em um raio de 100 metros;
- Identificação dos receptores potenciais e bens a proteger.

## 5.2. Investigação Ambiental Confirmatória (04/03/2013 a 04/06/2013)

A partir das conclusões e levantamentos obtidos da etapa de Investigação Ambiental Preliminar foi recomendada a realização de uma investigação ambiental confirmatória em todos os *sítes*, a fim de avaliar mais profundamente cada área.

Esta etapa corresponde a um processo de avaliação da necessidade de algum tipo de ação na área (ex: monitoramento, remediação, controle institucional, controle de engenharia, etc.), ou de passar para um nível mais alto da avaliação de risco.

Na etapa de investigação confirmatória foi desenvolvida uma série de atividades de investigação e estudos do solo e da água subterrânea para melhor adequação do modelo conceitual. A seguir são apresentados as atividades e os estudos realizados:

### A. Avaliação de Concentração de Orgânicos Voláteis (VOC)

A investigação confirmatória do solo e águas subterrâneas iniciou-se através da avaliação da concentração de gases do solo para identificar as áreas de maior indício de contaminação com o objetivo de definir os pontos de sondagem. Entretanto, com exceção de dois pontos no Posto de Abastecimento da INB, todos os outros foram nulos para leitura VOC. A alocação dos pontos de sondagem foi então definida a partir do histórico e impressões visuais da área.

Para o mapeamento dos vapores no solo superficial foram realizados 267 furos de 1" distribuídos em uma malha regular de 3 x 3 m ou 5 x 5 m, com leituras dos compostos orgânicos voláteis a 0,5 e 1,0 m de profundidade, abrangendo todas as áreas com exceção do Depósito de Resíduos Sólidos, em função do objetivo de investigação dessa área ser os gases oriundos de degradação de resíduos e não compostos derivados de petróleo.

### B. Sondagem de Solo

A sondagem em solo foi realizada em duas etapas. Como as leituras VOC não puderam nortear a alocação dos pontos, por terem sido nulas, optou-se por realizar sondagens de reconhecimento, que tiveram por objetivo a delimitação da extensão da eventual pluma de fase livre, a identificação das diferentes litologias, a avaliação de indícios de contaminação no solo e água subterrânea e a coleta de amostras de solo para análises químicas e geotécnicas. Nesta etapa foram realizadas 31 sondagens distribuídas em todas as áreas, totalizando 231 metros de perfuração.

Após conhecimento dos resultados analíticos das amostras coletadas na primeira etapa e ajustes no Modelo Conceitual, foram realizadas novas sondagens para delimitar plumas de contaminação até o limite que permitia o contrato. Mesmo nas áreas que não apontavam contaminação, foram

realizadas sondagens adicionais ou para substituição de outras cujas amostras deram entrada em laboratório com o prazo de validade expirado. Nesta segunda etapa foram realizadas 38 sondagens, totalizando 109,6 metros de perfuração.

Vale ressaltar que as sondagens não atingiram profundidades superiores a 15 m, em função da geologia do terreno, e também não atingiram o nível d'água. Na etapa de reconhecimento foi utilizado um equipamento roto-pneumático com capacidade de perfurar rocha, a fim de avaliar a continuidade da rocha. A partir daí, na segunda etapa, foram realizadas sondagens apenas em solo com trado mecânico (ou manual em alguns casos) até topo rochoso, mas sempre que necessário fazia-se o deslocamento lateral da sondagem para garantir que não se tratava de matacão.

Em uma das sondagens da oficina e área de lavagem de veículos da MPC, foi detectado um leve odor de combustível.

No Depósito de Resíduos Sólidos, 4 (quatro) sondagens atingiram os resíduos depositados no local, não tendo sido detectado odor.

No posto de combustível da INB, foi observada a presença de óleo na camada superior do solo, logo abaixo do concreto de base da bomba de abastecimento. Foi detectado, em duas outras sondagens, um leve odor de combustível.

Nas sondagens executadas no posto de combustível da MPC e na área de Brigada de Incêndio, não foi detectada contaminação visual ou odor característico de combustível.

Foram coletadas amostras de solo em todas as sondagens realizadas e foi analisado VOC a cada metro sondado. Quanto às leituras VOC das sondagens, houve apenas dois pontos que apresentaram valores superiores a 3 ppm: S-36A (máximo medido = 35 ppm) e S-39 (máximo medido = 103 ppm), ambos localizados no Posto de Abastecimento INB.

As sondagens foram acompanhadas por geólogo da TRIAL e os perfis geológicos foram elaborados pelo mesmo.

### C. Coleta e Análise de Amostras

No total foram coletadas 87 amostras de solo para análise, no entanto, a TRIAL deu entrada de 18 amostras em laboratório para análise de parâmetros que medem hidrocarbonetos de petróleo com prazo expirado, de forma que essas amostras foram desconsideradas na avaliação confirmatória.

Somente o poço referente à sondagem S-05, localizado no Depósito de Resíduos Sólidos, apresentou água. Este foi um dos poços instalados durante a etapa de sondagem de reconhecimento. Durante perfuração do poço não se atingiu nível d'água, entretanto, posteriormente, durante aferição de profundidade dos poços, notou-se uma coluna d'água, proveniente de água de chuva provavelmente, e optou-se por coletar uma amostra desta água sem purgar o poço, já que não havia garantias de que o poço teria capacidade de recarga da água.

A maioria das amostras foi coletada através de amostrador tubular com *liner*, conforme indicado no Termo de Referência de Investigação de Passivos Ambientais do IBAMA. Algumas amostras deformadas foram coletadas em pontos que eram cruciais para composição da investigação ou quando não era possível obter amostra por cravação, em função da proximidade de rochas.

Foram analisados os parâmetros BTEX e PAH, na Antiga Área da Brigada de Incêndio; TPH Fingerprint, VOC, SVOC e Metais Totais, no Depósito de Resíduos Sólidos; PAH, TPH Fingerprint e VOC, na Oficina e Lavagem MPC; BTEX, PAH e TPH Total, nos Postos de Abastecimento INB e MPC. A escolha dos parâmetros foi realizada conforme procedimento da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2006b).

### D. Instalação de Poços

Embora nenhuma sondagem tenha atingido nível d'água, optou-se por instalar poços de inspeção em todas as áreas para auxiliar o monitoramento das áreas. Os poços foram construídos com tubos e filtros de PVC geomecânico de 2" de diâmetro interno e filtro, de mesmo material, com ranhuras de 0,5 mm conforme orientações Norma Interna CETESB 06.010/1986 (Instalação de poços de monitoramento e amostragem). Mas, alguns foram instalados diretamente sobre a rocha com o intuito de verificar futuramente a qualidade da água subsuperficial que percolar durante chuvas na interface solo e rocha. Foram instalados no total 43 poços de inspeção com profundidades variando de 2 a 15 metros.

### 5.3. Resultados Analíticos

Nas áreas da Antiga Área da Brigada de Incêndio, do Posto de Abastecimento MPC e da Oficina e Lavagem MPC os resultados dos parâmetros analisados em solo foram abaixo dos valores orientadores da Resolução CONAMA Nº 420/2009. A maioria, inclusive, abaixo dos limites de detecção do método/aparelho utilizado pelo laboratório.

Entretanto, no Posto de Abastecimento da INB apenas as amostras da sondagem S-39 é que apresentaram anormalidade. O parâmetro TPH Total apresentou resultados acima do valor orientador da Lista Holandesa, parâmetro de referência internacional, já que não existem valores máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 420/2009.

No Depósito de Resíduos Sólidos todos os parâmetros apresentaram valores de intervenção abaixo do estipulado na Resolução CONAMA N° 420/2009 para uso industrial. O Arsênio foi detectado em uma única amostra de solo na sondagem S-05, a 4,0 m de profundidade. Mas, vale ressaltar que, na amostra de água retirada do mesmo ponto, os parâmetros Bário e Cádmiu puderam ser quantificados, mas o Arsênio não foi detectado pelo método/aparelho utilizado pelo laboratório.

#### 5.4. Análise de Risco

Foi realizada análise de risco para a área Depósito de Resíduos Sólidos e Posto de Abastecimento INB, onde os resultados analíticos apresentaram algum resultado acima dos valores orientadores.

A Análise de Risco nos moldes RBCA tem sido utilizada em casos de investigação e remediação de áreas contaminadas por hidrocarbonetos e metais, com o objetivo de priorizar as ações, de acordo com os riscos que estes compostos representam aos receptores (residentes, trabalhadores, corpos d'água, etc.) suscetíveis à contaminação. Tal metodologia representa uma ferramenta auxiliar de tomada de decisões relacionada à alocação de recursos, à necessidade de remediação, à urgência de ações corretivas, aos níveis de remediação aceitáveis e às alternativas tecnológicas aplicáveis, tendo como objetivo principal a proteção da saúde humana e do meio ambiente.

A partir dos serviços de campo, foi identificado o cenário ambiental local, que caracteriza as vias de exposição e seus potenciais receptores, e as concentrações dos compostos químicos de interesse no solo e nas águas subterrâneas, viabilizando a quantificação do risco de determinada contaminação por hidrocarbonetos e metais à saúde humana, e o cálculo dos níveis-alvo para remediação.

O software RBCA *Tool Kit for Chemical Releases* calcula o risco, por meio de modelagem matemática, para efeitos tóxicos e para efeitos carcinogênicos que cada composto, individual ou cumulativamente, pode representar aos seus potenciais receptores, sejam eles do *site* ou de suas vizinhanças.

Os resultados da análise de risco indicaram existência de risco carcinogênico ou tóxico apenas para Arsênio.

## 6. CONCLUSÕES

Em atendimento à exigência do IBAMA, a INB contratou a empresa TRIAL para a realização de investigação de passivo ambiental, decorrente de possíveis contaminações com óleo combustível, no posto de combustível da INB, no posto de combustível da empresa de mineração MPC, na oficina e área de lavagem de veículos de mineração da MPC e na antiga área de treinamento de Brigada de Incêndio da INB. Além disso, foi executada a investigação de passivo ambiental no Depósito de Resíduos Sólidos, para avaliar a possível contaminação do solo na área de depósito pela degradação dos resíduos depositados no local.

Durante a investigação, foi realizado um grande número de sondagens e coletas de amostras de solo que garantiram uma investigação detalhada das áreas sob suspeita de contaminação. Apesar das sondagens não apresentarem água, foram instalados poços de inspeção em todas as áreas investigadas.

Para todas as áreas avaliadas, as medições de VOC iniciais, antes da execução das sondagens, foram nulas em todas as perfurações executadas.

Apenas no posto de abastecimento da INB foram encontradas concentrações diferentes de zero para as medidas de VOC nas amostras de solo coletadas durante a perfuração das sondagens.

Após serem executadas as sondagens, foram instalados alguns poços de inspeção. Dentre todos os poços de inspeção monitorados, somente um poço localizado no Depósito de Resíduos Sólidos apresentou água.

As amostras de solo coletadas durante as sondagens na antiga área de Brigada foram analisadas para a determinação de BTEX e PAH, com intuito de avaliar a presença de substâncias provenientes das operações com óleo diesel e gasolina. Os resultados encontrados mostraram que não há contaminação pelos compostos analisados na área de Brigada.

No Depósito de Resíduos Sólidos, foram determinadas TPH *Fingerprint*, VOC, SVOC e Metais Totais nas amostras de solo das sondagens, a fim de verificar a presença de substâncias oriundas da deposição de resíduos no local. Com exceção dos elementos Arsênio, Bário e Cádmiio, todos os demais parâmetros analisados apresentaram concentrações abaixo dos limites de intervenção

da Resolução CONAMA nº 420/2009. Os resultados de Arsênio, Bário e Cádmió estão acima dos limites de intervenção para uso rural e não para uso industrial.

A contaminação por Arsênio deve ser melhor avaliada em virtude de ter-se apresentado em uma única amostra. Caso não seja confirmada a presença de Arsênio acima dos valores orientadores em nova análise nas imediações do ponto S-05 no Depósito de Resíduos Sólidos, pode-se considerar que não há risco carcinogênico ou tóxico para nenhum dos compostos. Em relação à contaminação por Bário, deve-se verificar se a origem não é geológica.

As amostras de solo coletadas durante as sondagens no posto de abastecimento da INB foram analisadas para a determinação de BTEX, PAH e TPH Total, com intuito de avaliar a presença de substâncias provenientes das operações com óleo diesel. Apenas em uma das sondagens foram encontrados valores de TPH Total acima dos limites da Lista Holandesa. Ressalta-se que o posto da INB já foi desativado.

As amostras de solo coletadas durante as sondagens no posto de abastecimento da MPC foram analisadas para a determinação de BTEX, PAH e TPH Total, com intuito de avaliar a presença de substâncias provenientes das operações com óleo diesel. Todos os resultados encontrados estão dentro dos limites recomendados.

As amostras de solo coletadas durante as sondagens na oficina e área de lavagem da MPC foram analisadas para a determinação de PAH, TPH *Fingerprint* e VOC, com intuito de avaliar a presença de substâncias provenientes das operações com óleo diesel e óleo lubrificante. Todos os resultados encontrados estão dentro dos limites recomendados. Pode-se afirmar que as intervenções realizadas pela INB em 2012, retratadas no RT-URA-11-12, foram suficientes para eliminar a contaminação existente na área da Oficina e Lavagem MPC.

Em decorrência dos resultados obtidos para Arsênio, Bário e Cádmió estarem acima dos limites para uso rural, foi realizada a delimitação das plumas desses elementos.

Na análise de risco realizada para metais, foi encontrado risco carcinogênico e tóxico para Arsênio no Depósito de Resíduos Sólidos. Para os compostos orgânicos, não foi obtido risco para nenhum composto analisado. Vale ressaltar que o resultado de Arsênio foi obtido em apenas uma amostra, de forma que este resultado será confirmado por meio da coleta e análise de uma nova amostra no local.

A área do Depósito de Resíduos Sólidos necessitará de nova avaliação nos resultados de concentração de Arsênio, a fim e confirmar a existência de contaminação.

A investigação de passivo ambiental realizada mostrou que a antiga área de treinamento de Brigada de Incêndio, a oficina e área de lavagem da MPC e o posto de combustível da MPC não apresentam contaminação, não necessitando de novos estudos ambientais. No caso do posto de combustível da INB, apesar da mancha de óleo encontrada superficialmente, a análise de risco mostrou que essa contaminação não apresenta risco para a saúde humana.

Caberá à equipe técnica da INB estabelecer as prioridades para a execução ou implementação das recomendações sugeridas no Relatório (ANEXO I), levando em consideração as orientações do IBAMA após a avaliação do presente relatório.

## **7. ANEXOS**

**ANEXO I –** Relatório Final Investigação Ambiental Confirmatória

## **Anexo I**

# **Trial: Relatório Final Investigação Ambiental Confirmatória**