

9. PLANO DE GERENCIAMENTO

O Risco à Saúde Humana é caracterizado quando há a presença de três fatores:



Contaminante: Poluente em concentrações acima de níveis aceitáveis;

Via de Exposição: Caminho que permita o contato do contaminante com o receptor (consumo de água, inalação de vapores, contato dérmico, entre outros);

Receptor: Morador, trabalhador ou outros agentes que poderão ter contato com o contaminante, seja por um curto período (agudo) ou longo período (crônico), e que está sujeito aos seus malefícios.

Quando um dos três fatores deixa de existir (adequação das concentrações a níveis aceitáveis, eliminação da via de exposição e/ou afastamento dos receptores) o risco é descaracterizado.

Dessa forma o Plano de gerenciamento tem como objetivo apresentar medidas que quando aplicadas diminuirão o Risco à Saúde Humana na área objeto de estudo.

9.1. MODELO CONCEITUAL ATUALIZADO

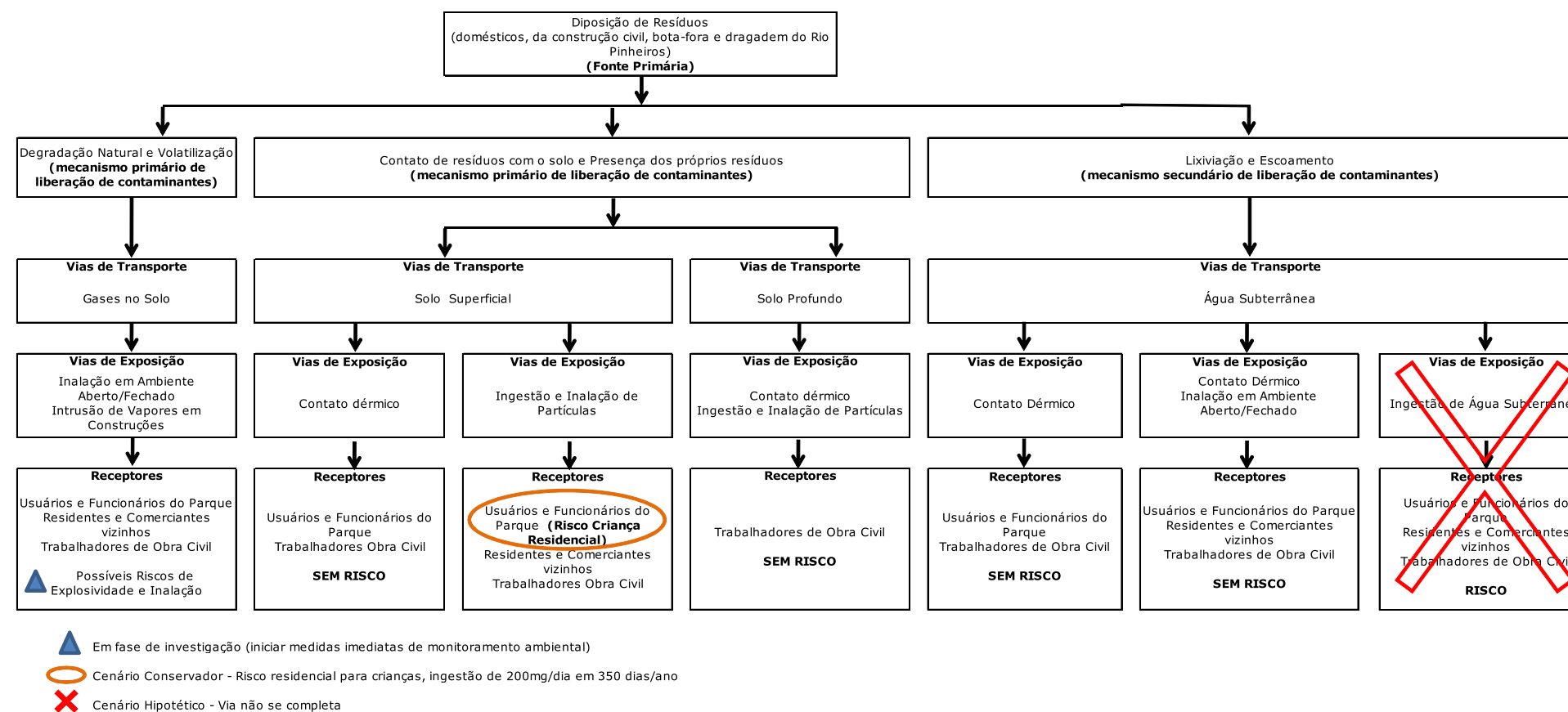
Com base em todas as informações levantadas no histórico, nas vistorias realizadas, nos resultados obtidos em campo, bem como nos resultados analíticos das amostras coletadas, e na Avaliação de Riscos, foi possível atualizar o Modelo conceitual, representando o resumo do conhecimento adquirido sobre a área até o presente momento e assim apresentar uma proposta de gerenciamento do risco que indique as intervenções necessárias para os locais onde foi verificada a existência de risco acima dos níveis considerados aceitáveis.

A fonte de contaminação se caracteriza pela disposição de resíduos de forma não controlada e dispersa na área objeto de estudo, o que pode gerar contaminação do solo e da água subterrânea, além da geração de vapores no solo. Os receptores observados nas visitas técnicas são os usuários e funcionários do parque, os residentes e comerciantes vizinhos, bem como os trabalhadores de obras civis.

Quanto aos cenários de exposição que se completam no parque, observa-se o contato dérmico com o solo subsuperficial para os trabalhadores de obras civis; o contato dérmico, inalação e ingestão de partículas do solo superficial para usuários e funcionários do parque; inalação de partículas do solo superficial para residentes e trabalhadores comerciais vizinhos; inalação de vapores da água e do solo em ambientes abertos e fechados para as áreas internas e externas ao parque; inalação, contato dérmico e ingestão de água subterrânea para trabalhador de obra civil. Quanto aos vapores no solo os usuários, funcionários, bem como os residentes e comerciantes vizinhos podem estar expostos tanto em ambientes abertos quanto fechados.

O modelo conceitual atualizado pode ser melhor observado na **Tabela 9.1.1.**

Tabela 9.1.1. Modelo Conceitual atualizado



9.2. MEDIDAS DE INTERVENÇÃO

Esclarece-se inicialmente que as medidas aqui apresentadas foram indicadas com base nos resultados obtidos durante o presente processo de Investigação Detalhada e Avaliação de Riscos, considerando o uso atual da área com Parque. Uma nova avaliação deve ser realizada no caso de mudança de uso pretendido.

As recomendações seguirão as normativas CETESB sobre gestão de áreas contaminadas e o conceito de Remediação Presumida no caso de áreas conhecidamente contaminadas, como é o caso de um local de disposição de resíduos (*Landfill*).

Além dos riscos calculados para solo e água, a presença de gases é determinante nas indicações das intervenções.

As medidas são apresentadas sob dois pontos de Vista: com base no meio impactado (Solo, Água e Gases) e com base nos usos do Parque (Áreas em contato com o Solo, Ambientes Fechados e Ambientes fechados com subsolo).

9.2.1. MEDIDAS COM BASE NOS MEIOS IMPACTADOS

9.2.1.1. Solo Superficial (0-0,3m)

Para o solo superficial (0-0,3m) foi caracterizado risco somente para a via de exposição de contato dérmico no cenário residencial para crianças, para os compostos Níquel, Cobalto e Cumulativo, somente nas UD-05 e UD-09.

Cabe ressaltar que esse cenário é conservador para o tipo de uso do Parque, já que o cenário residencial considera uma exposição de 24h/dia, com fator de ingestão de 200mg/dia em 350 dias/ano.

O cenário comercial, o qual avalia a exposição de 8h/dia, porém apenas considera adultos, não caracteriza nenhum risco associado ao solo superficial.

Difícilmente uma criança utiliza o parque diariamente e por mais que 8h diárias. Assim este cenário possivelmente não é aplicável.

Como **MEDIDA PREVENTIVA**, recomenda-se um novo recobrimento das áreas impactadas, com solo de origem conhecida e promover a manutenção de gramado, evitando-se o contato direto. Recomenda-se ainda que sejam mantidos os recobrimentos periódicos já efetuados pela administração do Parque.

9.2.1.2. Solo Subsuperficial (0,3-0,6m)

Para o solo subsuperficial (0,3-0,6m) apenas foi caracterizado risco de ingestão de água subterrânea com compostos lixiviados desse solo (Níquel), para o cenário residencial. Assim devem ser consideradas as mesmas medias apresentadas no **Item 9.2.1.3.**

9.2.1.3. Água Subterrânea

Para a água subterrânea apenas foi caracterizado risco na via de Ingestão para o cenário residencial até a distância de 50m (Bário, Cobalto, Manganês e cumulativo), para o cenário de trabalhador comercial até a distância de 10m e para Trabalhadores de Obra Civil.

Considerando-se ainda o histórico e a confirmação de disposição de diversos resíduos não controlados na área objeto de estudo, e as liberações que ainda podem estar ocorrendo dos processos de degradação, recomenda-se como **MEDIDAS INSTITUCIONAIS**:

- A não utilização e a lacração de pontos de captação de água subterrânea da aquífero livre e principalmente suspenso.
- No caso de poços que estejam instalados à profundidades superiores (cerca de 100m) e configurando a utilização de outro aquíferos, recomenda-se o monitoramento periódico dos parâmetros regulatórios de potabilidade, bem como da Lista CETESB/2005.
- Informação ao órgão responsável pelas outorgas de poços de captação e demais explorações do aquífero sobre a proibição ou o cuidado tradicional quanto às restrições para outorga antes de qualquer tipo de uso da água subterrânea (consumo, irrigação, recreação, etc.) na área objeto de estudo e no entorno.
- Não explorar e/ou utilizar a água subterrânea do aquífero raso do local para nenhuma finalidade em toda a área do parque.

9.2.1.4. Gases em Solo

Foi verificada a presença de metano, o qual agrega risco de explosividade em ambientes fechados, essa presença do metano pode estar relacionada aos processos de decomposição, em processos naturais em áreas de várzeas de rios e dos resíduos depositados na área de estudo.

Além disso, foram detectadas concentrações de compostos derivados de combustível (benzeno e etilbenzeno) em concentrações que possam vir a causar risco de inalação nos ambientes situados no subsolo.

Assim de forma preventiva e considerando o risco presumido recomenda-se:

- Realização de medições com equipamentos portáteis em utilidades subterrâneas;
- Instalação imediata de sistemas de monitoramento de VOC e Metano em ambientes fechados, nos subsolos do Orquidário e do CEREIA, e de Metano nas demais construções;
- Instalação imediata de janelas fixas abertas e/ou outros sistemas de ventilação que promovam o não confinamento de metano nos ambientes em contato com o solo (Administração, sede PM e SAMU, Villa Ambiental, Espaço Vida, Banheiros, Lanchonetes);
- Avaliação do acúmulo de VOC e Metano monitorados, e caso se faça necessário, promover a instalação de sistemas de ventilação, exaustão e/ou insuflação, que garanta a troca do ar ambiente, não permitindo o acúmulo desses compostos.
- Paralelo a essas medidas emergenciais deve-se complementar as investigações relativas aos gases, aumentando o conhecimento e aplicando novas medidas mitigatórias:

- Investigação de gases logo abaixo da superfície das áreas construídas, e nas laterais das áreas de subsolo, por meio de amostragem tipo *subslab*;
- Monitoramento contínuo dos ambientes fechados para avaliação da intrusão;
- Realização de testes para avaliação de raio de influência no caso da necessidade futura de extração dos gases;
- Instalação de poços de monitoramento de gases nos vizinhos situados próximos aos PMG-11 e PMG-12 de forma a avaliar a extrapolação das plumas de gases, bem como realizar medições nas suas utilidades subterrâneas e monitoramento nos ambientes de subsolo e de contato direto com o solo. Caso sejam detectadas concentrações promover as mesmas medidas de intervenção adotados para o Parque.

9.2.1.5. Proteção aos Corpos D'água

Faz-se necessário o monitoramento de poços, para acompanhamento do deslocamento das plumas em direção ao córrego.

9.2.1.6. Proteção em Obras

Recomenda-se que em qualquer intervenção que seja promovida no parque, expondo os trabalhadores ao solo profundo e à água subterrânea, sejam utilizados EPIs adequados que impeçam o contato dérmico e ingestão.

Recomenda-se ainda que as escavações, movimentos de solo e outras obras relativas ao solo, sejam realizadas por meio de tecnologias que evitem a liberação de faíscas.

9.2.2. MEDIDAS COM BASE NA INFRAESTRUTURA DO PARQUE

9.2.2.1. Áreas em contato com o Solo

Para o solo superficial (0-0,3m) foi caracterizado risco somente para a via de exposição de contato dérmico no cenário residencial para crianças, para os compostos Níquel, Cobalto e Cumulativo, somente nas UD-05 e UD-09.

Cabe ressaltar que esse cenário é conservador para o tipo de uso do Parque, já que o cenário residencial considera uma exposição de 24h/dia, com fator de ingestão de 200mg/dia em 350 dias/ano.

O cenário comercial, o qual avalia a exposição de 8h/dia, porém apenas considera adultos, não caracteriza nenhum risco associado ao solo superficial.

Difícilmente uma criança utiliza o parque diariamente e por mais que 8h diárias. Assim este cenário possivelmente não é aplicável.

Como *MEDIDA PREVENTIVA*, recomenda-se um novo recobrimento das áreas impactadas, com solo de origem conhecida e promover a manutenção de gramado, evitando-se o contato direto. Recomenda-se ainda que sejam mantidos os recobrimentos periódicos já efetuados pela administração do Parque.

9.2.2.2. Ambientes Fechados (Administração, Sede PM e SAMU, Villa Ambiental, Espaço Vida, Banheiros, Lanchonete)

Foi verificada a presença de metano, o qual agrega risco de explosividade em ambientes fechados, essa presença do metano pode estar relacionada aos processos de decomposição, em processos naturais em áreas de várzeas de rios e dos resíduos depositados na área de estudo.

De forma preventiva e considerando o risco presumido recomenda-se:

- Realização de medições com equipamentos portáteis em utilidades subterrâneas;
- Instalação imediata de Metano nos ambientes fechados;
- Instalação imediata de janelas fixas abertas e/ou outros sistemas de ventilação que promovam o não confinamento;
- Avaliação do acúmulo de Metano monitorado, e caso se faça necessário, promover a instalação de sistemas de ventilação, exaustão e/ou insuflação, que garanta a troca do ar ambiente, não permitindo o acúmulo desse composto.
- Paralelo a essas medidas emergenciais deve-se complementar as investigações relativas ao metano, aumentando o conhecimento e aplicando novas medidas mitigatórias:
 - Investigação de metano logo abaixo da superfície das áreas construídas, e nas laterais das áreas de subsolo, por meio de amostragem tipo *subslab*;
 - Monitoramento contínuo dos ambientes fechados para avaliação da intrusão;
 - Realização de testes para avaliação de raio de influência no caso da necessidade futura de extração do metano;
- Instalação de poços de monitoramento de gás nos vizinhos situados próximos aos PMG-11 e PMG-12 de forma a avaliar a extrapolação da pluma de metano, bem como realizar medições nas suas utilidades subterrâneas e monitoramento nos ambientes de subsolo e de contato direto com o solo. Caso sejam detectadas concentrações promover as mesmas medidas de intervenção adotados para o Parque.

9.2.2.3. Ambientes fechados com subsolo (Orquidário e CEREIA)

Foi verificada a presença de metano, o qual agrega risco de explosividade em ambientes fechados, essa presença do metano pode estar relacionada aos processos de decomposição, em processos naturais em áreas de várzeas de rios e dos resíduos depositados na área de estudo.

Além disso, foram detectadas concentrações de compostos derivados de combustível (benzeno e etilbenzeno) em concentrações que possam vir a causar risco de inalação nos ambientes situados no subsolo.

Assim de forma preventiva e considerando o risco presumido recomenda-se:

- Realização de medições com equipamentos portáteis em utilidades subterrâneas;
- Instalação imediata de sistemas de monitoramento de VOC e Metano em ambientes fechados, nos subsolos do Orquidário e do CEREIA, e de Metano nas demais construções;

- Instalação imediata de janelas fixas abertas e/ou outros sistemas de ventilação que promovam o não confinamento de metano nos ambientes em contato com o solo (Administração, sede PM e SAMU, Villa Ambiental, Espaço Vida, Banheiros, Lanchonetes);

- Avaliação do acúmulo de VOC e Metanos monitorados, e caso se faça necessário, promover a instalação de sistemas de ventilação, exaustão e/ou insuflação, que garanta a troca do ar ambiente, não permitindo o acúmulo desses compostos.

- Paralelo a essas medidas emergenciais deve-se complementar as investigações relativas aos gases, aumentando o conhecimento e aplicando novas medidas mitigatórias:

- Investigação de gases logo abaixo da superfície das áreas construídas, e nas laterais das áreas de subsolo, por meio de amostragem tipo *subslab*;

- Monitoramento contínuo dos ambientes fechados para avaliação da intrusão;

- Realização de testes para avaliação de raio de influência no caso da necessidade futura de extração dos gases;

- Instalação de poços de monitoramento de gases nos vizinhos situados próximos aos PMG-11 e PMG-12 de forma a avaliar a extrapolação das plumas de gases, bem como realizar medições nas suas utilidades subterrâneas e monitoramento nos ambientes de subsolo e de contato direto com o solo. Caso sejam detectadas concentrações promover as mesmas medidas de intervenção adotados para o Parque.

9.2.2.4. Consumo de água subterrânea

Para a água subterrânea apenas foi caracterizado risco na via de Ingestão para o cenário residencial até a distância de 50m (Bário, Cobalto, Manganês e cumulativo), para o cenário de trabalhador comercial até a distância de 10m e para Trabalhadores de Obra Civil.

Considerando-se ainda o histórico e a confirmação de disposição de diversos resíduos não controlados na área objeto de estudo, e as liberações que ainda podem estar ocorrendo dos processos de degradação, recomenda-se como ***MEDIDAS INSTITUCIONAIS***:

- A não utilização e a lacração de pontos de captação de água subterrânea da aquífero livre e principalmente suspenso.

- No caso de poços que estejam instalados à profundidades superiores (cerca de 100m) e configurando a utilização de outro aquíferos, recomenda-se o monitoramento periódico dos parâmetros regulatórios de potabilidade, bem como da Lista CETESB/2005.

- Informação ao órgão responsável pelas outorgas de poços de captação e demais explorações do aquífero sobre a proibição ou o cuidado tradicional quanto às restrições para outorga antes de qualquer tipo de uso da água subterrânea (consumo, irrigação, recreação, etc.) na área objeto de estudo e no entorno.

- Não explorar e/ou utilizar a água subterrânea do aquífero raso do local para nenhuma finalidade em toda a área do parque.

9.3. MEDIDAS DE MONITORAMENTO

Dada as características da área objeto de estudo, qualquer que seja o uso definido e/ou medidas de remediação, de engenharia e/ou institucionais, deverá ser realizado o monitoramento periódico dos poços de monitoramento de água subterrânea e gases, com o objetivo de avaliar e acompanhar o posicionamento de plumas, inclusive de observar e acompanhar possíveis novos aportes.

Sugere-se que o monitoramento de água seja realizado semestralmente em todos os poços de monitoramento instalados, avaliados os compostos que foram detectados no presente estudo, ainda que abaixo do Valor de Intervenção.

Sugere-se que os 20 poços de monitoramento de gases, sejam mantidos para campanhas trimestrais posteriores, avaliando-se VOC e Metano.

Sugere-se ainda que além do monitoramento em campo com equipamentos portáteis de ambientes fechados, sejam coletadas, em campanhas mensais amostras para análises químicas de gases em ambientes fechados.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Por fim, com base nos resultados apresentados e discutidos no presente relatório de Investigação Ambiental Detalhada e Avaliação de Riscos, observa-se que foi detectada contaminação da área objeto de estudo e que caracteriza-se risco, principalmente para o cenário de ingestão de água subterrânea e de exposição aos gases voláteis.

No entanto, observa-se que a presente contaminação pode ser alvo de um plano de gerenciamento de áreas contaminadas, de forma a isolar ou mitigar o risco existente, permitindo a ocupação da área para uso como Parque.

Qualquer cenário de mudança de uso na área deve ser reestudado e nova avaliação de riscos à saúde humana deve ser elaborada.

Para que os riscos sejam gerenciáveis deve-se observar a proibição do consumo de água subterrânea, inserir as medidas imediatas quanto à exposição dos gases em ambientes fechados e dar continuidade da investigação de gases e sua intrusão em ambientes fechados, conforme indica-se no Capítulo 9 – PLANO DE GERENCIAMENTO.

Ressalva-se que não foram efetuadas duas amostragens, uma de gás no PMG-37 já que o acesso estava impedido com a presença de dois geradores de um evento na área de locação do Parque e outra de água no PM-28 o qual apresentou-se obstruído logo após a sua instalação. Neste poço foram realizadas algumas tentativas de desobstrução, obtendo-se sucesso em uma delas. Assim recomenda-se que assim que as áreas estejam liberadas as amostragens sejam realizadas e as informações apresentadas em complemento ao presente relatório.