

**EVERSONG ALVES SILVA
GUILHERME BECHARA
MILENA MASUDA**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE
PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS PARA
EMPREGADOS DE CONSULTORIA AMBIENTAL**

**São Paulo
2008**

**EVERSONG ALVES SILVA
GUILHERME BECHARA
MILENA MASUDA**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE
PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS PARA
EMPREGADOS DE CONSULTORIA AMBIENTAL**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
PECE – Programa de Educação Continuada
Curso de Engenharia de Segurança

**São Paulo
2008**

Resumo

O propósito deste estudo é a verificação da significância dos riscos ocupacionais das atividades desenvolvidas de consultores ambientais que desenvolvem atividades de campo. Em geral, observou-se que não é dada a devida atenção aos riscos aos quais os consultores estão expostos durante estes trabalhos de campo. Utilizou-se como ferramenta a metodologia proposta por Lapa (2006) para avaliar as atividades e estudos de investigação que englobam, em linhas, gerais a sondagem, instalação de poços de monitoramento e amostragem, com foco em Indústrias Petroquímicas.

Os principais riscos identificados para as tarefas de campo foram contato dérmico, ingestão e inalação de vapores orgânicos provenientes do solo e água contaminadas, bem como questões ergonômicas, incêndio e explosão, eletrocussão. Dentre os 29 perigos identificados foram classificados 5 intoleráveis, 8 substanciais, 11 moderados, 4 toleráveis e 1 trivial, considerando a utilização de controles adequados, como EPIs. A metodologia aplicada para esta identificação foi considerada adequada para os objetivos propostos.

Abstract

This study aims to verify the significance of occupational risks in activities developed by environmental consultants that carry out field activities. Generally, it's not given an appropriate attention to the risks that environmental consultants are exposed to during these field works. As a hazard identification tool, it was used the methodology proposed by Lapa (2006), to assess investigation activities and studies such as drilling, monitoring-well installation, sampling and cleaning equipments , focused in Petrochemical Industries.

The main risks identified in the field works are dermal contact, ingestion, inhalation of organic vapours deriving from contaminated soil and groundwater, as well as ergonomic issues, fire and explosion, electrocussion. Among the 29 identified risks, 5 were considered unbearable, 8 substantial, 11 moderate, 4 tolerable risks and 1 ordinary, considering the use of adequate controls such as PPEs. The methodology applied to this identification was considered adequate to this work.

Sumário

1	Introdução	9
1.1	Objetivos	11
1.2	Justificativas.....	12
2	Revisão Bibliográfica.....	15
2.1	Identificação de Perigos	15
2.2	Técnicas de identificação de perigos e avaliação de riscos.....	17
2.3	Etapas da identificação de perigos e avaliação de riscos	17
2.4	A Indústria Petroquímica	20
2.5	Áreas contaminadas	23
2.6	Contaminantes	30
2.6.1	VOCs - Compostos Orgânicos Voláteis	30
2.6.2	SVOCs - Compostos Orgânicos Semivoláteis	31
2.6.3	Metais	31
3	Metodologia, Materiais e Métodos.....	32
4	Apresentação do caso.....	38
4.1	Caracterização das Atividades de Campo de uma Investigação Ambiental.....	38
4.1.1	Sondagem a Trado	39
4.1.2	Sondagem Percursiva / Direct Push	41
4.1.3	Amostragem de Solo	44
4.1.4	Acondicionamento das Amostras.....	46
4.1.5	Instalação de Poços de Monitoramento	47
4.1.6	Amostragem de Água Subterrânea.....	51
4.1.7	Acondicionamento dos Resíduos Gerados nas Atividades.....	53
4.2	Riscos de Exposição ao Trabalhador Associados às Principais Atividades de Investigação.....	53
5	Apresentação do Resultado	59
6	Discussão do Resultado.....	64
7	Conclusão	69
8	Referências Bibliográficas	70
9	Bibliografia	71
10	Apêndices	73
	APÊNDICE 1– TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E RISCOS.....	74

Através destas técnicas de identificação, é possível gerar bases para a elaboração de recomendações para a prevenção de eventos perigosos ou minimização de possíveis conseqüências.....	78
APÊNDICE 2 – CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS DE INTERESSE	79
VOCs - Compostos Orgânicos Voláteis	80
SVOCs - Compostos Orgânicos Semivoláteis.....	82
Metais.....	83
APÊNDICE 3 – PLANILHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS	88
11 Anexo	100
GLOSSÁRIO	105

Lista de tabelas

Tabela 1: Categoria de Probabilidade	18
Tabela 2: Categoria de Conseqüências	18
Tabela 3: Estimativa de risco	19
Tabela 4: Avaliação de tolerabilidade e ações	19
Tabela 5: Matérias-primas, intermediários e produtos da indústria petroquímica	21
Tabela 6: Classe de Perigos conforme Ministério do Trabalho e Emprego.....	32
Tabela 7: Classificação de Probabilidade.....	34
Tabela 8: Classificação da Gravidade.....	35
Tabela 9: Matriz de Risco.....	36
Tabela 10: Nível de ação gerencial	37
Tabela 11: Resumo de atividades principais e riscos associados.....	56
Tabela 12: Concentrações de alguns VOCs e SVOCs detectadas em amostras coletadas em campo (ppm).....	58
Tabela 13: Classe de Risco x Número de perigos identificados.....	59
Tabela 14: Classe de Risco com ou sem controles eficazes.....	65
Tabela 15: APP - Categorias de Severidade.....	75
Tabela 16: Palavras-guia.....	77
Tabela 17: Parâmetros, Palavras-guia e desvios.....	77

Lista de figuras e fotos

Figura 1: Constatações de Grupos de Contaminantes nas Áreas Contaminadas (Fonte: CETESB, 2006).....	14
Figura 2: Fluxograma de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB	28
Figura 3: Perfil construtivo do poço de monitoramento	50
Figura 4: Fluxograma simplificado para auxiliar a identificação de perigos.....	55
Figura 5: Planilha preenchida.....	62
Foto 1: Equipe realizando perfuração a trado manual.....	40
Foto 2: Limpeza do trado manual.....	40
Foto 3: Limpeza do trado manual.....	40
Foto 4: Presença de solo contaminado	41
Foto 5: Equipe realizando perfuração com sistema Direct push	42
Foto 6: Sistema Direct push com o amostrador de solo.....	43
Foto 7: Equipe realizando perfuração com sistema Direct push	43
Foto 8: Sistema Direct push com o amostrador de solo.....	44
Foto 9: Coleta de amostra de solo em sacos plásticos inertes.....	45
Foto 10: Coleta de amostras de solo em liners	46
Foto 11: Leitura de VOCs utilizando um PID Mini Rae.....	46
Foto 12: Acondicionamento de amostras de solo em frascos específicos para envio ao laboratório	47
Foto 13: Medição de nível d'água e presença de fase livre de produto	52

Lista de abreviaturas e siglas

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

NR – Norma Regulamentadora

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CLT – Consolidação das Leis Trabalhistas

AS/NZ – Australian Standards / New Zealand

BS – British Standards

OHSAS – Occupational Health and Safety Assessment Series

Hh – Homem-hora

1 Introdução

O mercado ambiental atual encontra-se em franca expansão, sendo motivado pelas pressões globais de sustentabilidade do planeta, com destaque para a preservação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. O conceito que o homem trazia da água como recurso infinito não mais se aplica e há previsões de colapso de grandes centros urbanos e industriais associados à escassez deste bem natural.

Todos os países industrializados possuem um legado ambiental de contaminação de seus cursos d'água superficiais e aquíferos, reconhecidos atualmente como passivos ambientais, que comprometem a sobrevivência de cidades populosas, necessitando de ações que resgatem uma condição ambientalmente segura à saúde humana e ao ecossistema.

Diversas tecnologias foram desenvolvidas para remover do meio ambiente as substâncias responsáveis pelo comprometimento da qualidade desses cursos d'água e aquíferos, sendo amplamente difundidas pelo mundo para a minimização dos passivos ambientais.

Neto, V. A. (V Seminário de Políticas de Gestão da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas, 2007) diz que os primeiros casos de diagnóstico no Estado de São Paulo são de meados da década de 1980, tendo a remediação se iniciado no início dos anos 90.

As primeiras ações de remediação ocorreram em 1991 e compreenderam em sua grande maioria processos de bombeamento e tratamento de aquíferos contaminados por hidrocarbonetos, aplicados em áreas de postos de combustíveis que estavam passando por processo de licenciamento e perfaziam cerca de 70% das áreas contaminadas do Estado de São Paulo.

Os anos que se seguiram foram marcados por um grande número de casos de diagnósticos ambientais das mais diversas naturezas e transferência de tecnologia de projetos de aterros para resíduos domiciliares e industriais. Foram introduzidas no Brasil a “extração de vapores do solo” (EVS) e a injeção de ar na zona saturada, denominada “air sparging” (AS) e posteriormente a “extração multifásica” (MPE).

Empresas estrangeiras provenientes de países como Canadá, Estados Unidos, Alemanha e França, que se coligaram àquelas já estabelecidas no Brasil para

implementar sistemas de remediação por processos oxidativos/redutores avançados, barreiras reativas, tratamentos *in situ* por biorremediação, etc.

Beaulieu (1998) apud Cetesb (2001) descreve que o mundo industrializado começou a se conscientizar dos problemas causados pelas áreas contaminadas no final da década de 70 e início da década de 80, após a ocorrência de "casos espetaculares", como "Love Canal", nos Estados Unidos; "Lekkerkerk", na Holanda; e "Ville la Salle", no Canadá. Após estes eventos, foram criadas políticas e legislações em vários países, províncias e estados.

O solo foi considerado por muito tempo um receptor ilimitado de substâncias nocivas descartáveis, como o lixo doméstico e os resíduos industriais, pois se acreditava que este tinha capacidade de degradar os compostos nocivos e se autodepurar, causando desta maneira diversos passivos ambientais de todas as magnitudes. Ao final da década de 70, comprovou-se que o solo não possuía este poder e iniciaram os esforços visando à conservação e recuperação do ambiente.

As atividades desenvolvidas em campo por geólogos, engenheiros ambientais, técnicos e auxiliares de campo para a investigação de passivos de áreas e que serão consideradas neste trabalho são:

- Sondagem;
- Amostragem de solo;
- Instalação de poços de monitoramento;
- Coleta de amostras de água;
- Separação e armazenamento dos resíduos gerados nas atividades acima descritas.

A realização dos trabalhos de investigação, sejam eles a preliminar, confirmatória ou detalhada, requer a utilização de técnicas indiretas e diretas, sendo os resultados obtidos tratados em uma seqüência estruturada, possibilitando a concepção de modelos conceituais de distribuição e comportamentos dos poluentes nas zonas não saturadas e saturadas do subsolo. As técnicas são:

- Indiretas – levantamentos geofísicos e gases do subsolo (soil gas survey);
- Diretas – sondagens a trado manual e *direct push*, medições *in situ*, coletas e caracterização analítica de amostras de solo, instalação de poços de monitoramento, coletas e caracterização analítica de amostras de água

subterrânea, levantamentos topográficos, ensaios hidrogeológicos, entre outros.

Os resultados obtidos são tratados da seguinte forma:

- Dados geológicos e hidrogeológicos e confecção de perfis de sondagens e poços, tratamento de dados de ensaios em poços para obtenção de permeabilidade do meio saturado, condições de fluxo subterrâneo, gradiente hidráulico e velocidade de deslocamento das águas subterrâneas;
- Resultados analíticos de solo e águas devem ser comparados com listas e padrões de referência internacionais, nacionais e/ou ainda com a avaliação de risco à saúde humana, caso seja executada;
- Ferramentas auxiliares – compreendem as análises de risco à saúde humana e modelagem matemática de fluxo subterrâneo e transporte de poluentes, que auxiliam para definições de metas e projeções de cenários futuros de processos de remediação. A utilização destas ferramentas é condicionada aos objetivos dos serviços prestados.

1.1 Objetivos

Este estudo visa identificar perigos e avaliar qualitativamente os riscos em atividades desenvolvidas por consultorias especializadas que atuam na área de meio ambiente para avaliar os riscos aos quais os consultores podem estar expostos. Será utilizada como ferramenta de identificação de perigos a metodologia proposta por Lapa (2006): “Metodologia de Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos Ocupacionais” nos trabalhos de campo realizados por consultores ambientais como sondagem, instalação de poços de monitoramento e amostragem com foco em Indústrias Petroquímicas. As atividades serão avaliadas como um todo, isto é, não importando quem as realize, no entanto a discussão estará focada no consultor de meio ambiente – geólogo, engenheiro ou técnico, que acompanha as atividades de investigação em campo.

O propósito deste estudo é identificar perigos e condições perigosas e avaliar os riscos a que os trabalhadores estão expostos, verificando qual a significância desta exposição, isto é, qual o grau de risco desta atividade.

Para este estudo, adaptamos e simplificamos uma planilha com base na metodologia apresentada no item 3 *Metodologia, Materiais e Métodos*, pois não serão analisados todos os sistemas e subsistemas de uma consultoria.

Ressaltamos que a avaliação de risco é subjetiva, ou seja, de acordo com a percepção do grupo, que é a percepção de riscos que adquirimos após o curso e de acordo com as atividades e a experiência deste grupo.

1.2 Justificativas

Um dos requisitos da legislação trabalhista, a CLT, é a elaboração de um PPRA. Para seu desenvolvimento é requerido:

- Antecipar e reconhecer os riscos;
- Estabelecer prioridades e metas de avaliação e controle;
- Avaliar riscos e exposição dos trabalhadores;
- Implantar medidas de controle e verificar sua eficácia;
- Monitorar a exposição aos riscos;
- Registrar e divulgar os dados.

A etapa de antecipação e reconhecimento dos riscos, segundo a NR 9, abrange, quando aplicável, as seguintes fases:

- *A sua identificação;*
- *A determinação e localização das possíveis fontes geradoras;*
- *A identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho;*
- *A identificação das funções e determinação do número de trabalhadores expostos;*
- *A caracterização das atividades e do tipo da exposição;*
- *A obtenção de dados existentes na empresa, indicativos de possível comprometimento da saúde decorrente do trabalho;*
- *Os possíveis danos à saúde relacionados aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica;*
- *A descrição das medidas de controle já existentes.*

Percebeu-se que em empresas dedicadas a consultorias na área de Meio Ambiente, o PPRA, que é uma forma de gerenciar os riscos relacionados à segurança e saúde ocupacional, na maioria das vezes, considera somente as atividades de escritório, sem uma atenção adequada aos riscos relacionados à exposição do consultor num trabalho fora do escritório. Neste estudo, visamos analisar os riscos considerando as atividades de investigação de passivos ambientais e remediação de áreas contaminadas. As atividades desempenhadas expõem os consultores principalmente à inalação de vapores, contato dérmico e ingestão acidental de substâncias com grau de toxicidade diversos, condição esta potencialmente perigosa e que em geral não é avaliada com a merecida atenção.

Além disso, a demanda por serviços de investigação e remediação ambiental vem crescendo desde a última década, principalmente no Estado de São Paulo, com a obrigatoriedade de licenciamento dos postos de combustíveis. Com isso, ocorreu o surgimento de mais de uma centena de empresas de consultoria ambiental, o que aumenta a probabilidade de descaso ou até desconhecimento dos riscos envolvidos nas atividades desenvolvidas em campo, além de riscos físicos inerentes às atividades de perfuração (ergonomia, choque elétrico, perfuração de interferências subterrâneas, etc.).

Devido ao grande número de agentes químicos existentes e da grande maioria dos contaminantes encontrados no cadastro de áreas contaminadas da CETESB, conforme pode ser observado no Gráfico da Figura 1, e no potencial de exposição e riscos a que os trabalhadores estão expostos, será feita uma restrição quanto à análise de contaminantes, sendo separados em grupos por semelhança de características, os Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), Compostos Orgânicos Semivoláteis (SVOC) e os principais metais (Prata, Alumínio, Bário, Cádmiio, Cobalto, Cromo, Cobre, Ferro, Manganês, Molibdênio, Níquel, Chumbo, Vanádio, Zinco, Arsênio, Mercúrio, Antimônio e Selênio):

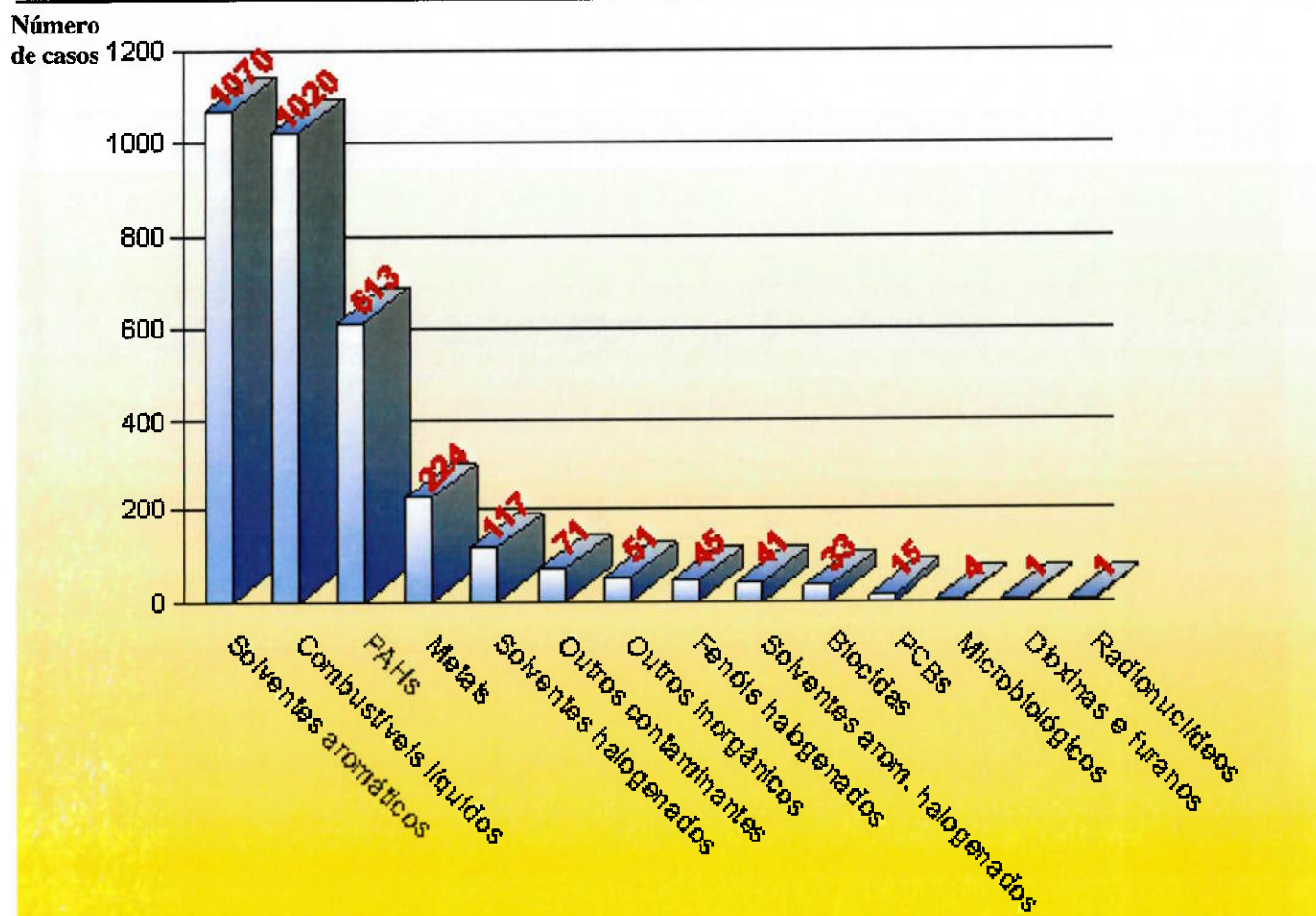


Figura 1: Constatações de Grupos de Contaminantes nas Áreas Contaminadas (Fonte: CETESB, 2006)

Como a principal indústria que fabrica, estoca e comercializa estes compostos é conhecida como a Indústria Petroquímica, os riscos considerados neste trabalho de exposição dos trabalhadores a estas substâncias serão direcionados para este segmento industrial.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Identificação de Perigos

A identificação de perigos e avaliação de riscos pode ser definida como um termo que engloba todas as atividades envolvidas em identificar perigos e avaliar riscos em instalações durante seu ciclo de vida, para assegurar que riscos às pessoas e ao meio ambiente sejam controlados de forma consistente dentro da tolerância ao risco da empresa. Normalmente, estes estudos são focados em três perguntas principais:

- Perigo – O que pode acontecer de errado?
- Consequência – O quanto ruim pode ser?
- Probabilidade – Quão freqüente pode ocorrer?

De acordo com a Norma Australiana AS/NZ 4360:2004 *Risk Management*, a identificação de riscos de modo sistemático é uma etapa crítica, pois um perigo não identificado pode ser excluído de análises posteriores e devem ser incluídos riscos com ou sem controle pela organização. O questionamento acima visa gerar uma lista completa de fontes de risco e eventos que podem impactar a organização e seus objetivos. Também deve identificar as causas e os cenários que podem ocorrer, pois há muitos meios de um incidente acontecer. A abordagem deve ser feita de acordo com o propósito do estudo.

Para gerenciar os riscos, os perigos devem ser identificados e avaliados para que se determine se ele é tolerável ou não. Portanto, a identificação de perigos e avaliação de riscos relacionados a estes perigos é uma das mais importantes etapas do gerenciamento de risco, que facilita a priorização de ações a serem tomadas visando eliminar, minimizar ou controlar as condições perigosas que podem existir no ambiente de trabalho analisado, levando em consideração metas e prioridades.

Segundo De Cicco e Fantazzini (2003), a identificação e avaliação destes riscos são a etapa na qual os “problemas”, isto é, perdas potenciais que podem envolver propriedade, pessoas e ainda responsabilidade da empresa, são

identificados de forma sistemática e contínua, verificando as condições de risco às quais a empresa pode estar vulnerável.

A identificação de perigos e avaliação de riscos também faz parte da Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho, tendo importância tal como para o gerenciamento de riscos. Segundo a norma britânica BS 8800:2004 *Occupational Health and Safety Management Systems Guide*, é primordial o entendimento completo dos perigos e riscos associados de uma organização, para atuar quando possível na eliminação dos perigos e na redução a níveis toleráveis de aceitação dos riscos identificados.

A especificação da OHSAS 18001:1999 e 18002:2000 tem a identificação de perigos e avaliação de riscos descritos como um processo contínuo, de acesso a todos os funcionários de uma organização, incluindo atividades rotineiras e não-rotineiras e que englobe todas as instalações nos locais de trabalho, inclusive de terceiros. Também são requisitos a proatividade da metodologia para identificação de perigos, de forma a considerar primeiramente medidas de prevenção ou eliminação de perigos e, depois, controle dos mesmos; a consistência com a experiência operacional e a capacidade das medidas de controle de riscos empregadas, assegurando o monitoramento das ações requeridas para garantir a eficácia e prazo destas, entre outros. Recomenda-se que a identificação seja utilizada como base para o Sistema de Segurança e Saúde no Trabalho e que o inter-relacionamento com os outros elementos do Sistema de Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho estejam claramente definidos.

De acordo com a BS 8800:2004, a identificação de perigos e avaliação dos riscos é a base para um sistema proativo de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho. A identificação pode variar conforme a complexidade da instalação a ser analisada, podendo ser feita uma avaliação qualitativa ou semiquantitativa. Em alguns casos, uma análise qualitativa pode levar à necessidade de uma análise quantitativa, com maior nível de detalhamento, de acordo com a necessidade, por exemplo, requisito legal.

2.2 Técnicas de identificação de perigos e avaliação de riscos

Existem técnicas que podem ser utilizadas para a identificação de perigos e avaliação qualitativa de riscos como a Análise Preliminar de Perigos (APP) ou Análise Preliminar de Riscos (APR), *What/If* (O que/Se), HazOp (*Hazard and Operability Studies*), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), entre outras ferramentas que podem auxiliar na identificação, para qualquer um dos métodos, como Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ ou MSDS – *Material Safety Data Sheet*), legislações aplicáveis (CLT e relacionadas, por exemplo), uso de *checklists*, etc. No APÊNDICE 1– TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E RISCOS estão descritas as técnicas de identificação mencionadas anteriormente.

2.3 Etapas da identificação de perigos e avaliação de riscos

Segundo a BS 8800:2004, os passos para atingir uma avaliação de riscos efetiva incluem:

- Classificar as atividades do trabalho;
- Identificar perigos de cada atividade;
- Identificar controles que reduzem os riscos das atividades;
- Determinar o risco através da combinação da consequência e da probabilidade do perigo identificado;
- Determinar a tolerabilidade ao risco, analisando se os controles existentes são suficientes, se atendem a requisitos legais, de acordo com o critério da organização em termos de aceitação do risco;
- Preparação de um plano de ação para melhoria dos controles entre outras questões;
- Revisão da adequação do plano de ação;
- Manutenção dos controles de risco e da avaliação dos riscos.

A Norma BS8800:2004 define Risco como uma combinação da probabilidade e da consequência de um evento perigoso específico. A especificação da OHSAS 18001:1999, por sua vez, define Risco como a combinação da probabilidade de ocorrência e da(s) consequência(s) de um determinado evento

perigoso. A norma AS/NZ 4360:2004 define risco como a chance da ocorrência de algo que venha a impactar os objetivos, medido em termos de uma combinação de consequência e probabilidade. Portanto, de maneira geral, considera-se o Risco um produto da Probabilidade com a Severidade do perigo, determinando assim um valor que é utilizado para a classificação ou categorização dos riscos de acordo com uma matriz de riscos.

A Norma BS 8800:2004 apresenta exemplos de critérios de avaliação de probabilidade (Tabela 1) e consequência (Tabela 2) e, assim, define sua matriz de riscos (Tabela 3) para uma estimativa simples de risco, isto é, onde não há grande complexidade:

Tabela 1: Categoria de Probabilidade

Categoria de probabilidade do dano	Muito provável	Provável	Pouco provável	Muito pouco provável
Ocorrência típica	Ocorre pelo menos uma vez a cada 6 meses a uma pessoa	Ocorre uma vez a cada 5 anos a uma pessoa	Ocorre uma vez durante o tempo de trabalho de uma pessoa	Há menos de 1% de chance de ocorrer por uma pessoa durante o tempo de trabalho

(Fonte: BS 8800:2004 Occupational Health and Safety Management Systems Guide)

Tabela 2: Categoria de Consequências

Categoria de dano	Leve	Moderado	Extremo
Saúde	Incômodo ou irritação, doença temporária que leva ao desconforto	Perda parcial da audição, dermatites, asma, doenças que levam a incapacidades permanentes menores, desordens em membros superiores	Doenças agudas fatais, ou que encurtam o tempo de vida severamente, incapacidade substancial
Segurança	Lesões superficiais, cortes pequenos e contusões, irritação dos olhos por poeira	Lacerações, queimaduras, choques, deslocamentos, torções ou distensões sérias, fraturas menores	Lesões fatais, amputações, múltiplas lesões, fraturas

(Fonte: BS 8800:2004 Occupational Health and Safety Management Systems Guide)

Tabela 3: Estimativa de risco

Probabilidade do dano	Severidade do dano		
	Leve	Moderado	Extremo
Muito pouco provável	Risco muito baixo	Risco muito baixo	Risco alto
Pouco provável	Risco muito baixo	Risco médio	Risco muito alto
Provável	Risco baixo	Risco alto	Risco muito alto
Muito provável	Risco baixo	Risco muito alto	Risco muito alto

(Fonte: BS 8800:2004 Occupational Health and Safety Management Systems Guide)

A norma BS 8800:2004 ainda mostra, conforme a estimativa de risco mostrada na matriz acima, um exemplo de avaliação de tolerabilidade e um guia para um plano de ação baseado em risco conforme Tabela 4.

Tabela 4: Avaliação de tolerabilidade e ações

Categoria de risco	Tolerabilidade	Ação necessária e cronograma
Muito baixo	Aceitável	Não há ação necessária - manter controles
Baixo	Riscos que devem ser reduzidos para serem toleráveis ou aceitáveis	Não necessita de controles adicionais ou controles de baixo custo
Médio		Considerar medidas de controles adicionais levando-se em conta o custo e determinando-se um prazo e assegurar a manutenção dos controles
Alto		Esforços devem ser feitos para reduzir estes riscos, considerando a suspensão ou restrição da atividade. Prever medidas de controle e manter as existentes. Atenção aos riscos que causam danos extremos.
Muito Alto	Inaceitável	Controles de riscos são necessários, tal como melhorias substanciais. Se não for possível reduzir o risco, a atividade deve ser proibida.

(Fonte: BS 8800:2004 Occupational Health and Safety Management Systems Guide)

A matriz de riscos e categorias de consequência e probabilidade utilizadas neste estudo estão descritas em: Metodologia, Materiais e Métodos.

2.4 A Indústria Petroquímica

Segundo Shereve e Brink Jr. (1997), substâncias petroquímicas são produtos derivados dos materiais originários do petróleo, incluindo-se o gás natural. A Indústria vem produzindo petroquímicos há décadas e hoje ocupa diversos lugares de destaque na fabricação destes. Mais de 80% das substâncias orgânicas de toda a indústria química é baseada em produtos petroquímicos e 24 % do enxofre e todo carbono extraído são originados do gás natural e nos produtos de petróleo.

Consiste do processo de separação das matérias primas primitivas do petróleo, envolvendo métodos físicos refinados. Entretanto, grande parte de petroquímicos é proveniente de conversões químicas (alquilação, craqueamento, hidrogenação, polimerização, outros), da mesma forma que muitos dos produtos do petróleo, como por exemplo, gasolina de alta octanagem e os óleos lubrificantes refinados. De modo geral são materiais básicos que sofrem conversões químicas para se transformarem em fertilizantes (amônia), plástico, borracha, fibras, nylon, poliéster, acrílicas, tintas, aditivos de óleos lubrificantes, pesticidas, solventes, entre outros.

Segundo R. Shereve e Brink Jr. (1997), o primeiro produto petroquímico fabricado em escala foi o álcool isopropílico, produzido pela Standard Oil (N.J.), em 1920. Hoje são mais de 3.000 produtos fabricados para os diversos setores da indústria. As primeiras substâncias orgânicas aromáticas (por exemplo, o carvão) desapareceram e deram lugar aos processos de separação física e principalmente a conversão química das matérias primas do petróleo, como por exemplo, a desalquilação dos metilnaftalenos, para dar o naftaleno ou tolueno. Outros compostos importantes na indústria petroquímica são processos de produção de amônia, etanol, acetona, ácido acético, anidrido acético, glicerina, acetileno e outros compostos.

As matérias-primas básicas fornecidas pelas refinarias de petróleo ou pelas companhias de gás natural estão apresentados na Tabela 5, e são o GLP, o gás natural, o gás dos processos de craqueamento, os destilados líquidos (C4 a C9), os destilados de processos de craqueamento especiais e as frações cíclicas de aromáticos. São usualmente separadas nos seus constituintes nas refinarias de petróleo e convertidas quimicamente nos precursores reativos, antes de serem sujeitas às conversões químicas necessárias para a fabricação dos diversos petroquímicos usados ativamente por milhares de indústrias.

Tabela 5: Matérias-primas, intermediários e produtos da indústria petroquímica

Matérias Primas da Destilação	Precusores (produtos básicos) pós-conversão	Intermediários por conversão	Produtos acabados por conversão
Parafinas e Cíclicos	Olefinas, diolefinas, acetileno,	Diversos, inorgânicos e orgânicos	Produtos Inorgânicos e Orgânicos, negro de fumo
Gas Natural, sulfetos, hidrogênio e metano	H ₂ S	S, Gás de síntese	H ₂ SO ₄ , NH ₃ , metanol, formaldeído
Gas de refinaria	Acetileno, isobuteno	Acido acético, anidrido acético	Acetatos, fibras
GLP (Butano, propano, n-butano, hexano, heptanos, naftas de refinaria)	Eteno, propeno, n-butenos	Isopreno, óxido de etileno, butadieno	Borracha e fibra
Benzeno e Naftenos (cicloparafinas)	Ciclopentadieno	Ácido adípico, etilbenzeno, estireno, cumeno, alquibenzeno, cicloexano	Fibras, estireno, borracha, fenol acetona
Tolueno	Tolueno	Fenol, ácido benzóico	Plásticos
Xilenos	O, m, p xileno	Anidro ftálico	Plásticos
metilnaftenos	naftaleno	Anidrido ftálico	Plásticos

(Fonte: SHEREVE e BRINK JR. (1997))

A série das parafinas e oleofinas são de extrema importância como matéria-prima orgânica, gerando derivados a partir do metano, eteno, propeno, butenos e petroquímicos cíclico. Estes são precursores das substâncias petroquímicas e suas matérias-primas.

Segundo Nakano (Relatório Setorial 2006), a Indústria Petroquímica comumente é dividida em três segmentos: as empresas de primeira geração, que obtêm seus insumos da indústria do petróleo (no caso brasileiro, principalmente a nafta petroquímica) e produz os chamados petroquímicos básicos: eteno (ou etileno) e propeno (ou propileno). As empresas de segunda geração utilizam os petroquímicos básicos para produzir polímeros, principalmente as resinas plásticas (e.g. PVC, polietileno, polipropileno, e PET) e os elastômeros (as borrachas sintéticas). As

empresas de terceira geração transformam os polímeros em produtos de consumo, que encontram larga aplicação nos mais variados setores, do têxtil à construção civil, da eletroeletrônica ao setor de embalagens.

De forma simplificada, pode-se classificar como “indústria petroquímica” a cadeia produtiva que se estrutura em torno da utilização de derivados do petróleo, principalmente a nafta petroquímica, da qual se produzem substâncias como o eteno, o propeno (também conhecidos como etileno e propileno, respectivamente) e os hidrocarbonetos aromáticos. A partir do eteno são produzidos, entre outros, plásticos como o polietileno, o PVC, o PET, a poliamida (o popular nylon) e os poliésteres, e a partir do propeno, o polipropileno, materiais esses que têm grande presença em nosso cotidiano: embalagens, utilidades domésticas, artigos eletroeletrônicos, produtos têxteis, automóveis, etc.

Segundo Nakano (Relatório Setorial 2006), o setor petroquímico brasileiro baseou-se da iniciativa do governo federal, que na década de 60 implantou um modelo que combinava o capital privado nacional, o capital estrangeiro (tecnologia) e o capital público. O governo federal criou então três pólos petroquímicos: um na região SE (Capuava - SP), outro na região NE (Camaçari - BA) e o terceiro na região Sul (Triunfo - RS). A formação de pólos é característica do setor, pois tanto o eteno quanto o propeno são gases: seu transporte mais simples é por dutos, levando, portanto, as empresas de primeira e segunda gerações a se instalarem nas imediações formando por vezes verdadeiros condomínios industriais.

Ainda segundo Nakano (Relatório Setorial 2006), os produtos das empresas de segunda geração podem ser divididos em três categorias: commodities (por exemplo, o óxido de eteno), pseudocommodities, as resinas plásticas (PVC, polietileno, polipropileno, PET, etc.), e as especialidades: resinas especiais e os plásticos de engenharia. As resinas plásticas são diferenciadas entre si por características como resistência mecânica e química, resistência à luz e temperatura, facilidade de transformação, etc. Algumas características ainda podem ser melhoradas (ou pioradas) no processo de transformação dentro das empresas de terceira geração.

Um fator importante para a Indústria Petroquímica é o relativo às questões ambientais: o setor utiliza matéria-prima fóssil (portanto não renovável), que gera impacto ambiental desde sua extração. Suas operações geram efluentes que contribuem para a poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

Alguns dentre os últimos acidentes e episódios de dano ambiental de grande repercussão na mídia, tanto no Brasil como no Exterior, estão associados à indústria petroquímica e a seu principal fornecedor, a indústria do petróleo (e.g. Bophal em 1984, Exxon-Valdez em 1989, Baía da Guanabara e Rio Iguaçu em 2000, Shell-Paulínia em 2001).

A questão ambiental impacta não somente a operação das empresas do setor, mas ameaça também seus produtos. Esses são matérias-primas para a produção de plásticos, materiais não-biodegradáveis, que assim produzem problemas em seu descarte. Por esse motivo, existem hoje pesquisas de materiais plásticos produzidos a partir de substâncias de origem vegetal, com velocidade de degradação muitas vezes superior aos plásticos de origem petroquímica. Os novos materiais apresentam duas vantagens importantes: são provenientes de fontes renováveis de matéria-prima e são biodegradáveis. Devido às preocupações ambientais, a médio e longo prazo, os bioplásticos poderão substituir os plásticos petroquímicos em diversas aplicações, particularmente nas embalagens descartáveis.

2.5 Áreas contaminadas

Segundo o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB, uma área contaminada pode ser definida como uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação, causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em subsuperfície nos diferentes compartimentos do ambiente, por exemplo no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturadas e saturadas, além de poderem se concentrar nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções.

Os poluentes ou contaminantes podem ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias, como o ar, solo, as águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características e qualidades naturais, causando impactos aos bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores.

Segundo a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81), são considerados bens a proteger:

- A saúde e o bem-estar da população;
- A fauna e a flora;
- A qualidade do solo, das águas e do ar;
- Os interesses de proteção à natureza/paisagem;
- A ordenação territorial e planejamento regional e urbano;

O termo mais aplicado e claramente definido é "poluição", enquanto o emprego de "contaminação" é limitado a algumas citações, como, por exemplo, na Lei 6.134/88, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo; no seu artigo 4º, é citado que "os órgãos estaduais competentes manterão serviços indispensáveis à avaliação dos recursos hídricos do subsolo, fiscalizarão sua exploração e adotarão medidas contra a contaminação dos aquíferos e deterioração das águas subterrâneas".

Segundo a Lei 997/76, que dispõe sobre o controle da poluição ambiental no Estado de São Paulo, "poluição" significa: "Considera-se poluição do meio ambiente a presença, o lançamento ou a liberação, nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência dessa lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou solo:

- Impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde;
- Inconvenientes ao bem-estar público;
- Danosos aos materiais, à fauna e à flora;
- Prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade".

As áreas contaminadas e os problemas gerados devido à existência destas podem ser originados a partir de uma enorme quantidade de tipos de fontes potenciais de contaminação, pois, na maioria das atividades humanas, são geradas substâncias, resíduos e/ou efluentes com potencial para contaminar os diferentes compartimentos do meio ambiente, destacando-se, neste estudo, o solo e as águas subterrâneas.

Fetter (1993) considerou as fontes de contaminação das águas subterrâneas que podem ser consideradas também como fontes de contaminação do solo, classificadas em seis categorias:

- A primeira categoria é constituída por fontes projetadas para descarga de substâncias no subsolo, incluindo tanques sépticos e fossas negras (que

normalmente descarregam efluentes de origem doméstica, vários tipos de compostos orgânicos e inorgânicos); poços de injeção de substâncias perigosas, águas salgadas da exploração de petróleo, etc. (a contaminação das águas subterrâneas pode ocorrer devido à má construção do poço ou falhas de projeto); aplicação de efluentes municipais ou industriais no solo, lodos de tratamento de água utilizados como fertilizantes, resíduos oleosos de refinarias ("landfarming");

- Na segunda categoria estão incluídas as fontes projetadas para armazenar, tratar e/ou dispor substâncias no solo, na qual estão incluídas as áreas de disposição de resíduos (aterros sanitários e industriais, lixões, botas-fora, etc.); lagoas de armazenamento e tratamento de vários tipos de efluentes industriais; depósitos ou pilhas de resíduos de mineração; tanques de armazenamento de substâncias, aéreos ou subterrâneos;
- Na terceira categoria estão enquadradas as fontes projetadas para reter substâncias durante o seu transporte, como oleodutos, tubulações para o transporte de esgoto e efluentes industriais; transporte de substâncias químicas, como combustíveis por meio de caminhões e trens;
- Na quarta categoria estão as fontes utilizadas para descarregar substâncias como consequência de atividades planejadas, na qual estão incluídas a irrigação ou fertirrigação de lavouras, aplicação de pesticidas e fertilizantes na lavoura; percolação de poluentes atmosféricos;
- A quinta categoria é constituída por fontes que funcionam como um caminho preferencial para que os contaminantes entrem em um aquífero, como, por exemplo, poços de produção de petróleo e poços de monitoramento com falhas de construção e projeto;
- Na sexta categoria estão posicionadas as fontes naturais ou fenômenos naturais associados às atividades humanas, das quais pode-se citar a interação entre águas subterrâneas e superficiais contaminadas, a ocorrência natural de substâncias inorgânicas nas águas subterrâneas e a intrusão salina. A esta sexta categoria pode ser adicionada a contaminação do solo e das águas subterrâneas ocasionada pelos gases de processos produtivos, ou outras fontes de poluição atmosférica (por exemplo, veículos automotivos), quando estes, contendo substâncias perigosas de alta toxicidade, podem ser lançados à atmosfera e se infiltrarem no solo, carregados pelas águas de chuva.

Um dos primeiros problemas a ser reconhecido como de grande importância é a contaminação das águas subterrâneas utilizadas para abastecimento público e domiciliar, além do comprometimento de aquíferos ou reservas importantes de águas subterrâneas.

Como consequência da presença de áreas contaminadas, podem ser geradas condições favoráveis para o acúmulo de gases em residências, garagens e porões a partir de solos e águas subterrâneas contaminadas por substâncias voláteis originadas, por exemplo, de vazamentos de combustíveis ocorridos em postos de serviço ou pela produção de gases, como o metano, em áreas de disposição de resíduos urbanos.

Em função dos resultados obtidos nos levantamentos, são planejadas e executadas investigações, utilizando-se de métodos indiretos e diretos para caracterização da contaminação nos diferentes compartimentos, definindo-se, dessa forma, o seu posicionamento e taxa de propagação e as concentrações que atingem os receptores ou bens a proteger (LAGREGA et al., 1994 apud CETESB 2001).

Os métodos indiretos são utilizados para medir parâmetros que estão relacionados com as informações de interesse, enquanto os métodos diretos implicam na realização de sondagens, amostragens e testes para coletar as informações de interesse. Como exemplo de métodos indiretos podem ser citados os métodos geofísicos de investigação, como a eletrorresistividade, eletromagnéticos, sísmica e radar de penetração do solo (USEPA, 1993b apud CETESB 2001).

Estes métodos consistem da execução de sondagens, amostragens e ensaios utilizados para definir as propriedades dos solos e das rochas, além das alterações geoquímicas do meio. Amostragens de águas subterrâneas podem ser realizadas utilizando-se vários tipos de poços de monitoramento e através de diversas tecnologias. Diferentes métodos de perfuração, conjugados com diferentes tipos de amostradores, podem ser utilizados para a execução das amostragens e instalação de equipamentos para a realização das mesmas.

A geração de um passivo ambiental pode ser decorrente de acidentes gerais como vazamentos de tanques e tubulações, incêndios e explosões, tombamento de carretas e vagões, destinação inadequada de resíduos perigosos, prática esta comum até um passado recente, como também de ações criminosas, por exemplo o despejo

de efluentes sem tratamento em córregos e o aterramento de tambores e resíduos diretamente no solo.

O Gerenciamento de Áreas Contaminadas, segundo a Decisão de Diretoria Nº 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007, tem como principal objetivo reduzir a níveis aceitáveis os riscos a que estão expostos a população e o meio ambiente em função da exposição a substâncias tóxicas provenientes de áreas contaminadas, por meio de um conjunto de medidas que assegurem o conhecimento das características destas áreas e o respectivo impacto decorrente da contaminação, utilizando várias ferramentas para a tomada de decisões quanto à necessidade e formas de intervenção mais adequadas à área.

Durante a realização das etapas dos processos de identificação e reabilitação de áreas contaminadas, com base no nível de informação ou risco existente em cada área, podem ser classificadas como área com potencial de contaminação (AP), área suspeita de contaminação (AS), área contaminada sob investigação (AI), área contaminada (AC), área em processo de monitoramento para reabilitação (AMR) e área reabilitada para o uso declarado (AR) (Vide Figura 2).

O procedimento para reconhecimento e gerenciamento de áreas contaminadas é dividido em Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco, Gerenciamento do Risco, Remediação e Monitoramento.

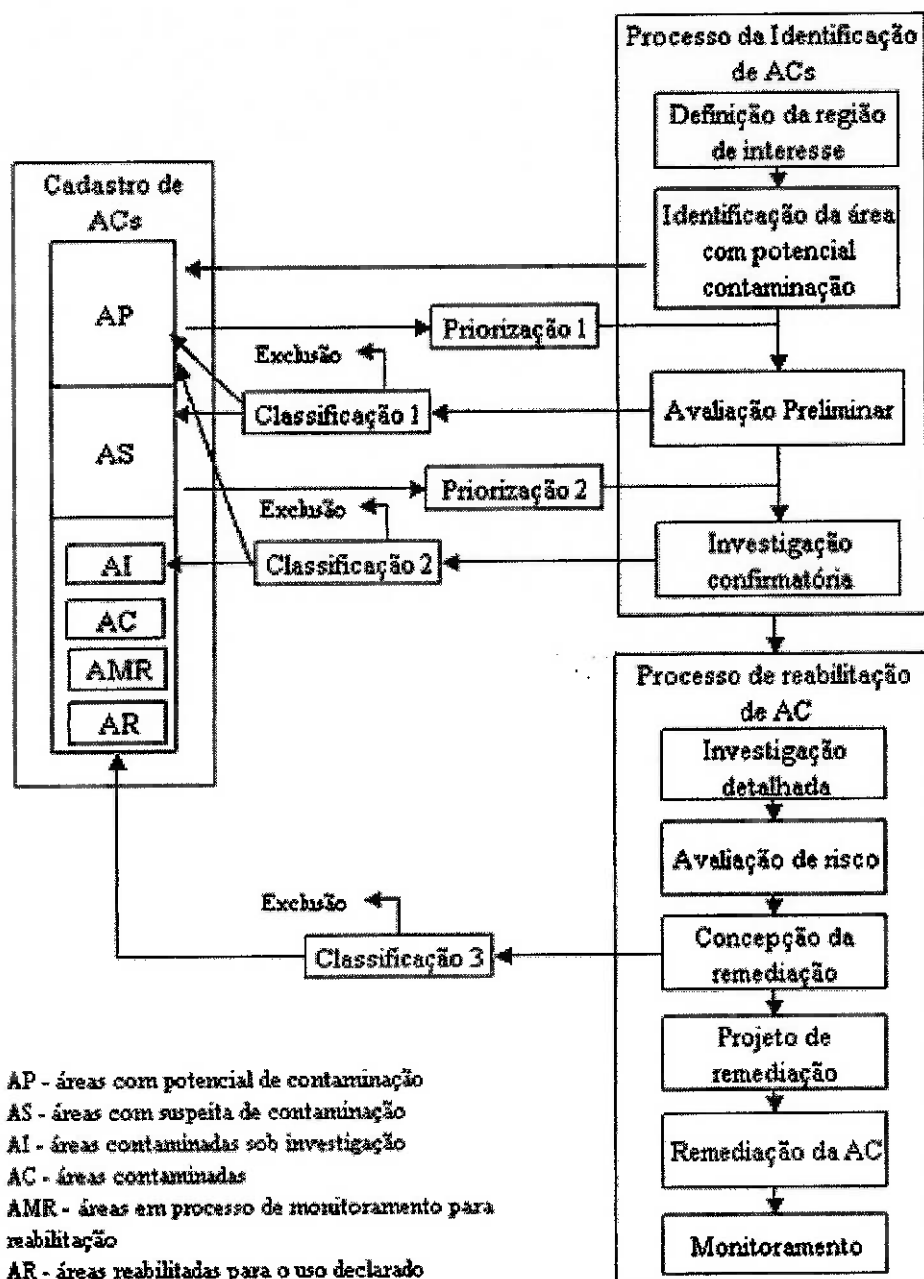


Figura 2: Fluxograma de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB

A etapa da avaliação preliminar é realizada através de métodos indiretos e diretos em campo e consiste:

- na verificação documental (licenças de operação, relatórios de auditorias, mapa de riscos, avaliações ergonômicas, conformidades legais, fluxo do processo, FISPQ dos produtos estocados/manuseados, etc.);
- vistoria em campo de todas as instalações, identificando as potenciais fontes de contaminação, locais com indícios de vazamentos (manchas e corrosão no piso,

ausência local de vegetação, etc.), condições de operação e manutenção do sistema e equipamentos.

A Avaliação Confirmatória é realizada caso a Avaliação Preliminar classifique a área como AS (suspeita de contaminação), e tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de contaminação. Consiste em coleta de dados existentes, estabelecimento de plano de investigação, investigações indiretas e diretas, coleta e análise química de amostras e interpretação dos resultados. O plano deve ser elaborado com base na avaliação preliminar e deve ser gerado um modelo conceitual da área como um todo.

A amostragem de solo e água subterrânea deverá ser feita em pontos estrategicamente posicionados, próximos às fontes potenciais de contaminação ou ainda onde há suspeita de contaminação, em locais identificados na avaliação preliminar.

Os resultados das análises devem ser comparados com os valores de referências nacionais e internacionais, destacando a “Tabela de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo”, elaborada pela CETESB, aplicável para o Estado de São Paulo.

A partir do momento que uma área é confirmada como contaminada, dá-se início às etapas de mitigação e recuperação do meio através da remediação do solo e água subterrânea. Ainda segundo a Decisão de Diretoria Nº 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007 da CETESB, a etapa posterior do gerenciamento de áreas contaminadas é a investigação detalhada que tem por objetivo definir os limites das plumas de contaminação, determinar quantitativamente as concentrações dos compostos contaminantes, além da caracterização do meio físico. Consiste basicamente em coleta de dados existentes, estabelecimento de plano de investigação, realização de investigação por métodos diretos e indiretos e interpretação dos resultados, sendo que o plano de investigação deve partir do modelo conceitual definido na etapa da investigação confirmatória.

A próxima etapa do gerenciamento é a Avaliação de Risco, que tem como objetivo determinar se existe risco à saúde da população exposta aos contaminantes presentes, acima do nível de risco estabelecido/calculado como aceitável.

A Avaliação consiste em uma ferramenta de tomada de decisão, na qual se define a necessidade ou não de implementação de medidas de intervenção em uma

área contaminada e para estabelecer as metas de remediação a serem atingidas visando sua reabilitação. A Avaliação de Risco é realizada empregando as planilhas para áreas contaminadas sob investigação. Estas planilhas baseiam-se em equações que permitem o cálculo do risco decorrente da exposição às concentrações das substâncias de interesse, determinadas nos pontos de exposição, bem como o cálculo das metas de remediação.

Os dados toxicológicos e os dados relativos às características físico-químicas dos diferentes contaminantes são extraídos de listas da CETESB ou de organismos internacionais reconhecidos.

Uma vez identificada a existência de risco, ações devem ser tomadas como, por exemplo: adoção de medidas emergenciais, aplicação de técnicas de remediação, estabelecimento de medidas de controle institucionais ou de engenharia, além de monitoramento analítico para posterior encerramento.

2.6 Contaminantes

Segundo Machado (2003), a toxicidade é a propriedade característica dos compostos que promoveram através de interações físico-químicas efeitos nocivos às estruturas biológicas. A seguir, são mostrados de forma resumida, os contaminantes e seus potenciais danos. Neste estudo, será considerada a exposição a metais de forma generalizada, principalmente por contato dérmico, inalação e ingestão. No APÊNDICE 2 – CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS DE INTERESSE encontram-se mais informações sobre VOCs, SVOCs e metais.

2.6.1 VOCs - Compostos Orgânicos Voláteis

São compostos orgânicos de baixo peso molecular, podendo ou não ser halogenados. Alguns exemplos de VOCs são o benzeno, o tolueno, o xileno, o etano e o clorobenzeno. São, geralmente, produtos derivados do petróleo, podendo atingir o meio ambiente de diversas formas, seja por meio de vazamentos, atividade industrial, queima de combustíveis fósseis ou acidentes.

Segundo Machado (2003), os VOCs têm diversos efeitos indesejáveis no organismo do trabalhador, como odores e irritações, através de efeitos tóxicos que

modificam ou interferem no funcionamento de órgãos e tecidos. As diversas reações variam com o tempo, após adaptação do organismo em função da exposição prolongada e podem ter ação irritante chegando até a modificar a informação genética (efeito de genotoxicidade).

2.6.2 SVOCs – Compostos Orgânicos Semivoláteis

Em função da enorme quantidade destes compostos e por serem os mais encontrados e mais estudados, serão descritos alguns dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) que constituem uma família de compostos caracterizada por possuírem 2 ou mais anéis aromáticos condensados. Estes compostos e seus derivados têm ampla distribuição e são encontrados como constituintes de misturas complexas em todos os compartimentos ambientais.

A ingestão de HPAs por seres humanos ocorre por diversas vias como a inalação de ar, a ingestão de águas, solos, poeiras e alimentos, contato através da pele, etc., que têm importância relativa diferente, sendo rapidamente distribuídos pelo organismo. De maneira geral, tanto os HPAs quanto seus derivados estão associados ao aumento da incidência de diversos tipos de cânceres no homem.

Segundo Pereira Netto et al (2000), quando absorvidos diretamente da fase gasosa, estes são rapidamente metabolizados e eliminados pelo organismo, porém, quando estão associados a partículas respiráveis, esta eliminação é muito mais lenta, mas não o suficiente para que ocorra a bioacumulação. As maiores rotas de eliminação destas substâncias após metabolismo hepático são as fezes e a urina.

2.6.3 Metais

Os metais são encontrados em toda a litosfera, mas alterações de concentração ou o transporte no solo podem ser decorrentes de ações naturais, como erosão, lixiviamento, ou ação vulcânica, e ações antrópicas, com a produção de compostos e geração de resíduos contendo metais..

3 Metodologia, Materiais e Métodos

A metodologia proposta por Lapa (2006), descrita neste item . A escolha desta deve-se à aplicabilidade de sua metodologia às mais diversas atividades para todos os tipos de empresas.

A identificação dos riscos é realizada com a participação de pessoas envolvidas nos processos e operações de forma a analisar as tarefas envolvidas em cada operação de uma empresa, para determinar em cada trabalho a ser executado quais são as pessoas que estarão expostas. Portanto, são definidos e registrados em planilha para registro da identificação de perigos e condições perigosas a empresa, o processo, a atividade e a tarefa em análise.

Em seguida, classificam-se os perigos identificados em dano, lesão ou Doença: descrição da consequência potencial do resultado da exposição ao perigo ou condição perigosa, que pode resultar em acidente ou doença.

Para este perigo, são identificados os controles existentes ou ações de proteção e prevenção utilizadas para minimizar as chances de ocorrência (controle sobre a condição perigosa ou perigo) ou controlar os efeitos ou consequências de um acidente.

Também é feita a classificação da natureza do perigo, conforme Ministério do Trabalho e Emprego, descrita na Tabela 6:

Tabela 6: Classe de Perigos conforme Ministério do Trabalho e Emprego

Riscos físicos	Riscos químicos	Riscos Biológicos	Riscos ergonômicos	Riscos de acidentes
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

(Fonte: Anexo à Portaria 25, de 29 de dezembro de 1994 - Ministério do Trabalho e Emprego)

Incidência do gerenciamento: Indica o nível de ação que a organização possui sobre as causas da exposição, sendo ela direta ou indireta, e desta forma, indicando o nível de responsabilidade sobre uma ocorrência.

Condição de operação: indica a natureza da atividade cujos perigos serão analisados, por exemplo: condições normais de operação, paradas, partidas, que são atividades esporádicas ou eventuais, ou mesmo em situação de emergência.

Temporalidade: Indica a situação da atividade no tempo, ou seja, em qual fase se encontra (planejada para implementação ou corrente). Este item é importante para incorporar a prática de análise preliminar em gestão de mudanças, no entanto, no presente trabalho, não será utilizada.

Para a classificação de Probabilidade, Lapa (2006) sugere que sejam consideradas as seguintes variáveis:

- ⇒ **Frequência de Exposição ao Perigo (EP):** avalia a periodicidade em que as pessoas estão expostas ao perigo, agente ou condição perigosa;
- ⇒ **Número de Pessoas Expostas (PE):** avalia a extensão de exposição ao perigo;
- ⇒ **Eficácia dos Meios de Controle existentes (EC):** avalia o quanto os meios de proteção ou prevenção estão adequados;
- ⇒ **Reconhecimento e Identificação Prévia do Perigo (CP):** avalia a capacidade de percepção e consciência do perigo ou condição perigosa, verificando se as pessoas são capazes de identificar estas situações.

Tendo em vista a análise destes quatro itens, é feita a pontuação da probabilidade conforme Tabela 7.

Tabela 7: Classificação de Probabilidade

Situações		
Avaliação da Frequência de exposição ao perigo ou situação perigosa (EP)		
Ocasional	Frequente	Continua
Se a frequência e/ou duração da exposição for esporádica, ou quando o nível de exposição a agentes químicos e físicos presentes seja próximo ao nível de ação.	Se a frequência e/ou duração da exposição for sistemática, mas não continuada, com intervalos sem exposição ou quando o nível de exposição a agentes químicos e físicos presentes seja menor que o limite de tolerância, mas próximo deste.	Se ocorre de maneira continuada e/ou distribuída na jornada de trabalho, de forma rotineira ou quando o nível de exposição a agentes químicos e físicos presentes exceda o Limite de Tolerância ou seja próximo do Valor teto ou do Valor IPVS.
Avaliação da Eficácia do meio de controle à exposição ou ao dano, doença ou lesão (EC)		
Eficaz	Precário	Inexistente
Se existir alguma forma de controle/ dispositivo garantindo que mesmo numa distração não ocorra lesão, doença ou dano.	Se existir alguma forma de controle ou dispositivo que possa evitar e/ou atenuar a lesão, doença ou dano, ou cuja ação dependa de atitude ou atenção de quem executa.	Se não existir nenhuma forma de controle ou dispositivo que possibilite evitar ou atenuar a lesão, doença ou dano;
Avaliação do reconhecimento das pessoas relativo ao perigo ou da situação perigosa (CP)		
Fácil	Moderada	Difícil
Se qualquer pessoa com baixo nível de experiência, conhecimento da atividade ou instrumento de medição é capaz de identificar o perigo existente na atividade, ou quando existe sinalização visível no local onde a atividade é executada, alertando quanto aquele perigo. (TÁ NA CARA)	Se o perigo pode ser identificado por meio de análise realizada por pessoas com experiência e/ou conhecimento da atividade ou com uso de instrumentos de medição apropriados.	Se o perigo é identificado apenas de maneira reativa (ex: acidentes e incidentes) ou pelo uso de metodologias e/ou monitoramento específicos.
Avaliação da exposição ao perigo considerando o número de pessoas (PE)		
Pequeno	Médio	Grande
Quando o número de pessoas expostas ao perigo for correspondente a menos que 20% do efetivo.	Quando o número de pessoas expostas ao perigo for superior a 20% do efetivo e inferior a 50% do efetivo.	Quando o número de pessoas expostas ao perigo excede a 50% do efetivo.
1	2	3
Valores Atribuídos		

(Fonte: LAPA. (2006))

Por sua vez, a classificação de severidade dá-se através de duas variáveis:

- ⇒ Gravidade da lesão, dano ou doença potencial (GV): Avalia a possível consequência nas pessoas;
- ⇒ Escala de abrangência do dano, lesão doença potencial (EA): Avalia a extensão do dano sobre outras pessoas no mesmo ambiente, adotando critérios para atribuição dos valores às situações.

A pontuação de severidade é feita conforme Tabela 8.

Tabela 8: Classificação da Gravidade

Situações			
Avaliação da gravidade da lesão, dano ou doença potencial (GV)			
Baixa	Média	Alta	Extrema
Se a lesão, doença ou dano for inexistente, desprezível ou, no máximo, lesões superficiais, cortes e arranhões recuperáveis, irritação reversível nos olhos, beliscões elétricos, doenças com desconforto temporário, infecções passageiras, irritações e incômodos, todos os eventos típicos de primeiros socorros.	Se a lesão resultar em lacerações, queimaduras superficiais, fraturas menores, contusões e torções, perdas de pequenas partes do corpo, tais como polpa de dedo, unha, dermatites, doenças com desabilidades não permanentes e sem incapacitação para o trabalho.	Se houver potencial para decorrer amputações, fraturas múltiplas, queimaduras generalizadas de segundo e terceiro grau, envenenamento e lesões incapacitantes a exemplo de surdez, cegueira, DORT, doenças agudas provocadas por exposição curta ou temporária a agente externo.	Se resultar em câncer ocupacional, doenças degenerativas ou que podem encurtar a vida seriamente ou mesmo fatalidade.
1	3	5	9
Valores Atribuídos			
Avaliação da escala de abrangência do dano, lesão ou doença potencial (EA)			
Isolada	Limitada	Ampla	
Se a lesão ou doença decorrente é limitada a apenas uma pessoa no exercício das suas atividades. Ou, em caso de perda material ela seja restrita à atividade relacionada.	Se a lesão ou doença pode abranger mais de uma pessoa e limitada apenas a área em avaliação. Ou, em caso de perda material ela pode afetar a área onde ocorreu, sem prejuízo de terceiros ou outras unidades.	Se a lesão ou doença pode abranger, além das pessoas na sua área de trabalho, outras áreas adjacentes ou pessoas que circulam na área, extrapola os limites da área ou mesmo da empresa. Em caso de perdas materiais, quando elas podem afetar as atividades da empresa e/ou prejudicar terceiros.	
1	3	5	
Valores Atribuídos			

(Fonte: LAPA (2006))

A avaliação dos riscos relacionados aos perigos identificados, caracterizados conforme descrito anteriormente é feito pela matriz de risco na Tabela 9 a seguir pela dada fórmula:

$$\text{Risco} = \text{Probabilidade} \times \text{Severidade},$$

isto é, seguindo a definição de risco, este é determinado em função da severidade ou gravidade da consequência e a probabilidade de ocorrência deste perigo ou condição perigosa.

Tabela 9: Matriz de Risco

SEVERIDADE	PROBABILIDADE								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	16	20	24	28	32	36	40	44	48
6	24	30	36	42	48	54	60	66	72
8	32	40	48	56	64	72	80	88	96
10	40	50	60	70	80	90	100	110	120
12	48	60	72	84	96	108	120	132	144
14	56	70	84	98	112	126	140	154	168

Até 18 = Trivial	Classificação da Significância do Risco ou identificação das classes de risco
Até 36 = Tolerável	
Até 56 = Moderado	
Até 98 = Substancial	
> 98 = Intolerável	

(Fonte: LAPA (2006))

Esta classificação de riscos: Trivial, Tolerável, Moderado, Substancial e Intolerável, é feita após a identificação de perigos, classificação e avaliação de probabilidade e severidade, caracterizando assim os riscos da operação analisada.

Utilizar-se-á o exemplo de tolerabilidade de risco apresentado por Lapa.(2006), no qual uma organização define, em função do seu apetite por risco, quais ações serão tomadas para cada classificação de risco conforme a matriz de risco apresentada na Tabela 9. Ou seja, as ações podem ser de prevenção ou de proteção, de modo a minimizar ou controlar a exposição a perigos ou condições perigosas e suas consequências. Nesta definição de tolerabilidade, também leva-se em consideração a viabilidade econômica para a implantação destas ações de prevenção e controle, conforme Tabela 10.

Tabela 10: Nível de ação gerencial

Classe de risco				
Trivial	Tolerável	Moderado	Substancial	Intolerável
Adotar meios de manutenção das ações de controle existentes		Reavaliar cuidadosamente e, a permanecer a classificação, avaliar a viabilidade de ação com vistas à melhoria dos controles de tal maneira a diminuir as chances de sua ocorrência ou atenuar sua consequência, caso ocorra.	Elaborar um Plano de Ação para adoção de meios de controle que contribuam para trazer o risco, pelo menos, para a classe de Moderado, numa primeira abordagem.	Exige adoção de imediata de controle do risco. A tarefa deve ser imediatamente revista com foco no risco associado.
As atividades ou tarefas críticas devem ser objeto de ação seja de natureza física, de procedimento ou instrução de serviço com vistas a criar barreiras que contribuam com manutenção ou diminuição da probabilidade de resultarem em acidente ou que atenuem a sua abrangência.				
Nível de ação gerencial				

(Fonte: LAPA (2006))

4 Apresentação do caso

Uma consultoria ambiental possui diversos tipos de serviços, muitos deles executados na área do cliente, seja uma indústria química, um centro comercial, um centro de distribuição ou mesmo um terreno vazio. Dentre os serviços, consideraremos as atividades relacionadas à investigação de passivos ambientais.

A metodologia de identificação de perigos e avaliação de riscos apresentada anteriormente será aplicada especificamente para a investigação confirmatória, no qual são retiradas amostras de solo e água sem ter conhecimento das concentrações das substâncias existentes no local apontado como possivelmente contaminado numa investigação anterior, indicados pelo cliente ou mesmo sem ter conhecimento da potencial contaminação do solo e água subterrânea.

4.1 Caracterização das Atividades de Campo de uma Investigação Ambiental

Para a identificação de Áreas Potencialmente Contaminadas (APs) e Áreas Suspeitas de Contaminação (ASS) dentro de um empreendimento, são identificados os locais de interesse onde são ou foram manipuladas substâncias com características físico-químicas, biológicas e toxicológicas que possam causar danos ao bem a proteger em caso de contato direto ou indireto.

Consiste nas seguintes etapas: inspeção da área de interesse, do entorno próximo, levantamentos regionais, consulta à lista de Áreas Potencialmente Contaminadas (APC), investigação preliminar, investigação confirmatória, investigação detalhada e avaliação de risco. Para este trabalho, serão consideradas as etapas de Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória e Detalhada.

Para a realização destas atividades o uso de EPI's adequados para as tarefas tornam-se essenciais para a diminuição da exposição dos funcionários aos riscos inerentes aos trabalhos executados. Medidas de prevenção devem ser tomadas, como mostram todas as fotos que ilustram este trabalho.

4.1.1 Sondagem a Trado

O equipamento utilizado na grande maioria dos trabalhos é um trado manual, ou do tipo concha ou helicoidal para perfurações em 2", 3", 4", 6" e 8" em materiais inconsolidados. A perfuração a trado é eficiente até profundidades máximas de 20 metros, operando com deficiência abaixo do limite da zona saturada. Outros fatores limitantes podem ser a presença de materiais duros, entulhos e pedregulhos. Por vezes torna-se necessário revestir o furo com revestimento em aço e utilizar baldes esvaziadores evitando o desmoronamento das paredes do furo.

Para a realização da sondagem, é necessária uma equipe de 3 sondadores que manualmente executam a perfuração utilizando trado, hastes de 1" com 1 m ou 2 m de altura, três chaves grifo ou cruzeta para rotacioná-lo e 1 geólogo / engenheiro / técnico responsável.

Os equipamentos básicos utilizados na sondagem a trado são:

- Trado manual dos tipos concha, helicoidal ou cilíndrico";
- Haste de 1";
- Cruzeta para trado;
- Chave grifo 24", 36" ou 48";
- Abaixador tipo U para haste de 1";
- Tripé (quando necessário);
- Gancho alçador;
- Revestimento em aço (quando necessário);
- Balde esvaziador (quando necessário).

O avanço do trado em profundidade se dá através da rotação manual do conjunto trado/hastes com o auxílio de chaves grifo por 3 operadores de sondagem, até que o trado esteja completado com solo. Posteriormente, o conjunto é retirado, o trado é esvaziado com o auxílio de chave de fenda ou ponteira e é realizada a coleta de amostras de solo (Foto 1, Foto 2, Foto 3 e Foto 4). A operação é repetida até que a profundidade desejada seja atingida.



Foto 1: Equipe realizando perfuração a trado manual



Foto 2: Limpeza do trado manual



Foto 3: Limpeza do trado manual



Foto 4: Presença de solo contaminado

4.1.2 Sondagem Percursiva / Direct Push

Metodologia utilizada para perfuração de materiais inconsolidados, nos diâmetros de 1" e 2". Pode-se fazer amostragem de solo de forma contínua ou em intervalos predeterminados, e/ou instalar piezômetros para amostragem de água. A perfuração com sistema Probe é bastante eficiente para sondagens de até 25 metros de profundidade, e permite a coleta de amostras em horizontes litologicamente bem definidos, sem interferências de contaminação dos níveis superiores, pois o amostrador desce fechado até a profundidade desejada. Outro ponto positivo deste equipamento é que durante o processo de perfuração, gera-se pouco volume de solo a ser descartado, ao contrário da sondagem a trado manual.

A equipe para a operação de uma perfuratriz é composta de 4 trabalhadores, sendo 1 geólogo/engenheiro/técnico responsável, 1 sondador e 2 auxiliares. O passo-a-passo para operação de uma perfuratriz que utiliza a metodologia *Direct Push* é descrita abaixo:

- Posicionar o equipamento no local da perfuração, conectar as mangueiras da unidade hidráulica na perfuratriz e dar início à execução do furo. (Foto 5 e Foto 7).

- Prender a cabeça de impacto na cabeça do amostrador com o “liner” em seu interior juntamente com a vareta liberadora do amostrador e as hastes. (Foto 6 e Foto 8).
- Avançar a sondagem descendo o amostrador fechado com o “liner” em seu interior até o topo do horizonte a ser amostrado. Desbloquear o amostrador, colocar mais uma haste, e golpear com a perfuratriz para perfurar o próximo avanço e coletar a amostra.
- Sacar o amostrador e retirar o “liner” de dentro do amostrador com estilete apropriado, permitindo a descrição da litologia, a medição de parâmetros analíticos “in situ” e coleta de amostra de solo.
- Repetir as etapas até chegar à profundidade desejada da perfuração.



Foto 5: Equipe realizando perfuração com sistema *Direct push*



Foto 6: Sistema *Direct push* com o amostrador de solo



Foto 7: Equipe realizando perfuração com sistema *Direct push*



Foto 8: Sistema *Direct push* com o amostrador de solo

4.1.3 Amostragem de Solo

A sondagem para amostragem de solo pode ser realizada através de trados de aço inoxidável ou através do sistema *direct push*. No primeiro tipo, o solo coletado deve ser retirado do trado através de uma espátula descontaminada e imediatamente deve ser acondicionado em sacos plásticos inertes vedados, procurando sempre coletar a amostra do centro do trado, dispensando a parte superior e inferior da amostras do trado e as partes em contato com as paredes internas do mesmo. (Foto 9)

O sistema *direct push* consiste em amostradores cilíndricos de aço que são introduzidos na subsuperfície através de impactos mecânicos. Este cilindro é equipado internamente por amostradores descartáveis de polietileno responsáveis pelo armazenamento das amostras de solo. Os amostradores preenchidos por solo devem ser identificados, e assim selecionada a amostra correspondente ao intervalo de interesse. (Foto 10)

Outros equipamentos de coleta (amostrador tipo Shelby, pás, SPT bipartido ou outros) poderão ser adotados em casos específicos, porém não serão considerados neste trabalho.

Para uma amostragem mais representativa, esta deve ser realizada o mais próximo possível de onde houver registro histórico de vazamento ou ainda das potenciais áreas fontes de contaminação (tanques de armazenamento, tubulações, áreas de carga e descarga de produtos, caixas separadoras, ETEs, etc).

A seleção da amostra a ser enviada ao laboratório leva em consideração as características do contaminante pesquisado. Em geral, é selecionada a amostra com maior potencial de contaminação determinada em campo pelos seus aspectos táteis-visuais-olfativas ou ainda por medições qualitativas (principalmente compostos orgânicos voláteis – VOC) realizadas por equipamentos de medição.

É uma metodologia útil para a seleção das amostras a serem submetidas às análises químicas. A leitura da fase volátil de compostos orgânicos presente no solo pode ser realizada através de medidores portáteis de gases (fotoionizadores (PID) ou ionizadores por chama (FID)). A leitura é realizada diretamente nas amostras acondicionadas em sacos plásticos inertes vedados, através da introdução de uma mangueira conectada ao aparelho (fotoionizador) no interior do saco contendo a amostra de solo. Os torrões de solo são desagregados e a amostra homogeneizada dentro do saco plástico antes da realização das medições. (Foto 1111)

Previamente às amostragens, os trados e outros equipamentos de coleta são descontaminados por vezes com vapor d'água sob pressão para remoção de eventuais orgânicos com soluções ácidas (HNO_3 ou equivalente) para inorgânicos, detergente não-fosfatado e água destilada / desmineralizada.



Foto 9: Coleta de amostra de solo em sacos plásticos inertes



Foto 10: Coleta de amostras de solo em liners



Foto 11: Leitura de VOCs utilizando um PID Mini Rae

4.1.4 Acondicionamento das Amostras

Após as etapas citadas anteriormente, as amostras devem ser acondicionadas em recipientes adequados, etiquetados e dispostos em caixas térmicas refrigeradas para posteriormente serem enviadas ao laboratório. As etiquetas devem conter no mínimo o código da amostra, a data e hora de coleta, nome do coletor e os parâmetros a serem analisados. Para análise de VOC, evita-se deixar espaços vazios no recipiente que possa proporcionar o acúmulo de VOC. O envio das amostras deve ser realizado em tempo hábil de acordo com cada parâmetro a ser analisado, evitando a depreciação da amostra. As amostras devem ser enviadas ao laboratório,

acompanhadas da Cadeia de Custódia, devidamente preenchida para garantir o recebimento e a rastreabilidade do laboratório.

Para o acondicionamento das amostras, deverão ser utilizados frascos novos, de vidro de boca larga e tampa hermeticamente fechada, forrados com papel alumínio ou de cor âmbar ou ainda latas especiais também lacradas. (Foto 12).



Foto 12: Acondicionamento de amostras de solo em frascos específicos para envio ao laboratório

4.1.5 Instalação de Poços de Monitoramento

O projeto e construção adequados de um poço de monitoramento permitem a obtenção de amostras de água subterrânea livres de turbidez artificial, evitam o acúmulo de sedimentos no interior do poço entre campanhas, e permitem a obtenção de medidas de nível de água e condutividade hidráulica precisas da profundidade monitorada (filtro).

O tubo de revestimento deve ser novo, produzido com matérias-primas não recicladas e composto pelos materiais mais adequados ao ambiente a ser monitorado e às características químicas do contaminante, e deve ser compatível com o tubo-filtro (material, diâmetro e acoplamento). Deve também possuir espessura de parede e juntas (conexões) que resistam aos esforços de instalação e desenvolvimento dos poços.

Previamente à construção de um poço de monitoramento, devem ser tomadas as medidas necessárias para obtenção de um furo de sondagem estável, retilíneo e desobstruído. As características construtivas do poço de monitoramento deverão ser definidas pelo responsável, considerando a hidrogeologia local e os objetivos do trabalho. Segue a descrição das operações:

- Limpar o interior da sondagem destinada à implantação do poço, através da extração pelo trado, por lavagem ou bombeamento dos resíduos de material perfurado acumulado no fundo do furo.
- Aguardar recuperação do nível d'água até sua estabilização e medir o nível d'água.
- Instalar o tubo filtro e o tubo revestimento no interior da perfuração, colocar a tampa de pressão para evitar a introdução de material não desejável dentro do poço.
- O posicionamento e a extensão do tubo filtro deverão ser definidos em função do objetivo do trabalho. Em geral, adota-se uma seção filtrante de 2 m abaixo do nível d'água e 1 m acima do nível d'água.
- Colocar o pré-filtro. Recomenda-se que este ultrapasse no mínimo 0,5 m acima da seção filtrante e que seja inserido no furo de maneira lenta, com pausas, a fim de evitar a formação de pontes no perfil de pré-filtro.
- Selar o poço com bentonita e/ou calda de cimento e recomenda-se que seja inserido no furo de maneira lenta, com pausas, a fim de evitar a formação de pontes.
- Construir uma base de concreto na superfície (laje de proteção sanitária) dotada de tampa e cadeado para proteger o poço instalado. Identificar o poço através de numeração na tampa ou na laje de proteção.
- Desenvolver o poço instalado através da injeção/extração de água potável, ou somente a extração de um volume de água contida no interior do mesmo.
- Efetuar a verificação final do poço (medir o nível d'água estabilizado, a profundidade total do poço, a altura da boca do tubo em relação ao solo e observar se há proteção sanitária, cadeado e numeração).

- Registrar todos os dados relativos à instalação dos poços de monitoramento como comprimento total do poço, comprimento e posição do tubo filtro, quantidade e espessura de pré-filtro, entre outros no boletim de sondagem e instalação de poços.

Os materiais utilizados na construção de poços de monitoramento e que entrem em contato com a água a ser amostrada não devem alterar de maneira mensurável a qualidade química da amostra para as substâncias a serem avaliadas. O tubo de revestimento, tubo-filtro e os equipamentos de injeção dos selos anulares devem ser limpos com vapor ou água imediatamente antes da instalação do poço, ou devem ter garantia quanto à limpeza pelo fornecedor e ser entregues ou conduzidos à área em embalagem de proteção adequada para preservar a limpeza dos materiais até a sua instalação. Um perfil construtivo de poço de monitoramento é descrito na Figura 3.

PERFIL CONSTRUTIVO DO POÇO DE MONITORAMENTO

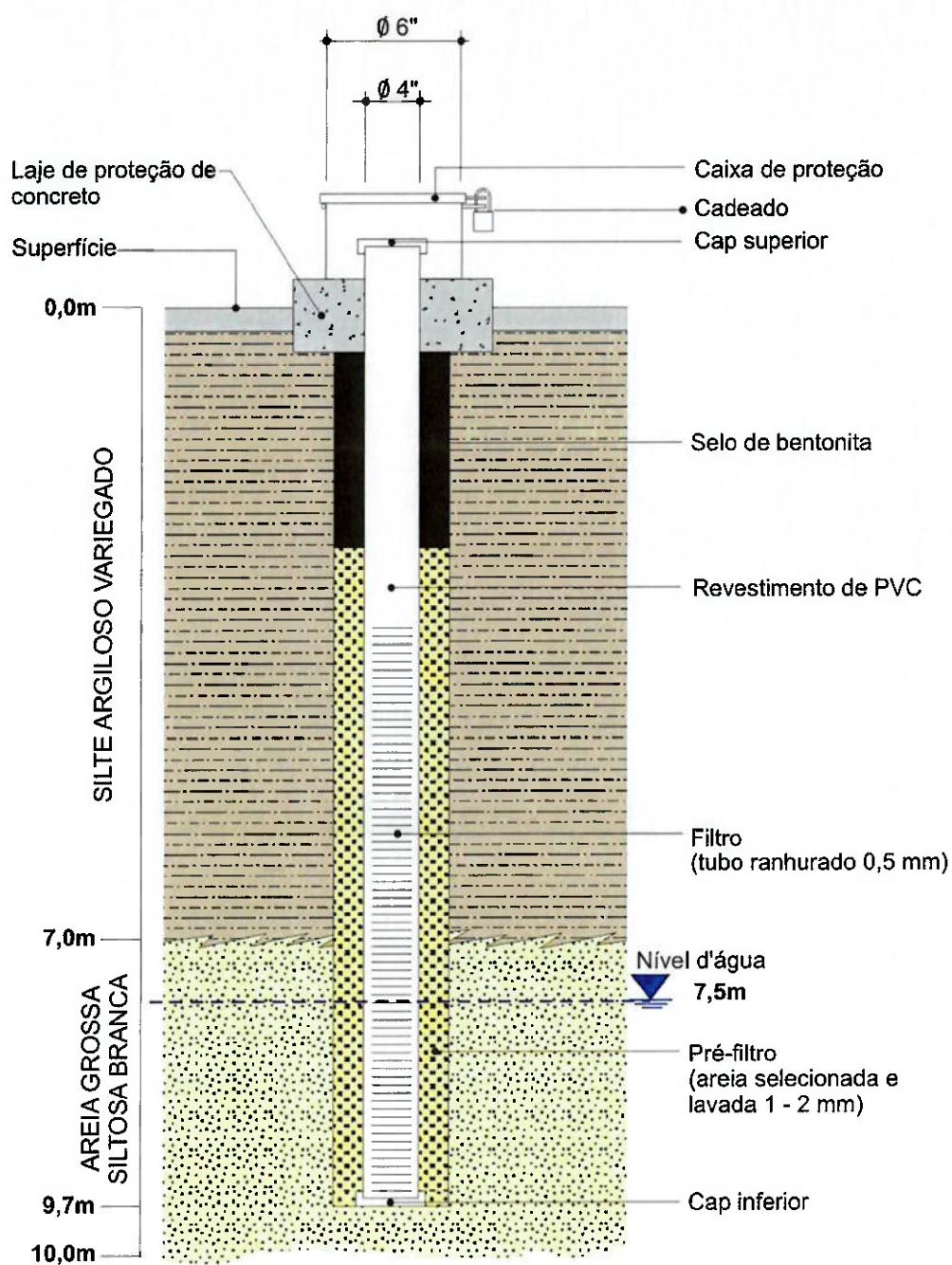


Figura 3: Perfil construtivo do poço de monitoramento

4.1.6 Amostragem de Água Subterrânea

As operações de coleta de amostras de água subterrânea, seu correto acondicionamento, preservação, envio para análises físicas/químicas/biológicas e controle de qualidade são tarefas de suma importância para a qualidade final do processo de caracterização ambiental de aquíferos, uma vez que todas as interpretações finais, inclusive a adoção de medidas de remediação, dependem delas.

Algumas etapas que garantem a representatividade e a qualidade dos trabalhos estão descritos abaixo:

- A coleta de água subterrânea deve ser realizada em poços de monitoramento instalados para essa finalidade.
- Anteriormente à coleta, deve-se elaborar plano de amostragem especificando os poços a serem amostrados, a metodologia de amostragem, seqüência de coleta, os equipamentos de medição *in situ*, os materiais utilizados, os parâmetros a serem analisados e o laboratório.
- Todos os equipamentos de medição devem estar devidamente calibrados antes de qualquer medição, em conformidade com as instruções do fabricante.
- Previamente às amostragens, todos os equipamentos de coleta não descartáveis devem ser descontaminados preferencialmente com vapor d'água sob pressão, no caso de contaminações por orgânicos ou através de lavagem com soluções ácidas, detergente não-fosfatado e água destilada/desmineralizada no caso de contaminações por inorgânicos, visando evitar interferências analíticas.
- Todas as amostras coletadas devem ser imediatamente acondicionadas no gelo.

Remove-se a água estagnada no poço e no pré-filtro de tal forma que a água da formação substitua a água estagnada. Controlam-se as medições de pH, condutividade elétrica e temperatura, até que estejam estabilizadas.

No caso de poços que apresentem recuperação lenta, retira-se uma vez o volume de água contida no poço. A primeira amostra deve ser utilizada para a medição de pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e temperatura.

Após a recuperação do poço (pós-esgotamento), a primeira amostra deve ser coletada para medições *in situ*, sendo seguida pela coleta das amostras nos frascos de coleta.

Os pontos a serem amostrados deverão seguir uma ordem preestabelecida em campo, em geral amostrando em primeiro lugar o poço menos suscetível a contaminação (em geral o de montante) e por último o poço com maior probabilidade de contaminação, a fim de minimizar possíveis contaminações cruzadas.

Existem várias metodologias de amostragem (utilização de bailers descartáveis, mangueiras de amostragem, bombas peristálticas, bombas de baixa vazão, etc.), porém para todas elas a exposição dos trabalhadores é de mesma intensidade e frequência.

Durante as medições in situ são coletadas amostras em baylers descartáveis para sua avaliação visual, sendo que por vezes é detectada a presença de fase livre de produto sobrenadante ao aquífero, como mostra a Foto 13



Foto 13: Medição de nível d'água e presença de fase livre de produto

Amostras de Brancos de Campo, de Equipamento, de Viagem e Réplicas podem ser coletadas para garantir a eficiência do processo de amostragem em relação à possibilidade de contaminação cruzada durante o manuseio das amostras, transporte e limpeza dos equipamentos, e averiguar a confiabilidade do laboratório.

4.1.7 Acondicionamento dos Resíduos Gerados nas Atividades

Todo o excesso de solo retirado das perfurações, os efluentes líquidos gerados nas atividades de instalação e amostragem de poços (esgotamento de poços, água de limpeza de equipamentos, etc.), EPIs, carvão ativado, produto em fase livre e diversos materiais gerados (sacos plásticos, liners, etc.), independente da metodologia de sondagem, amostragem ou remediação aplicadas são armazenados em tambores de 200 L novos, com tampa e fechadura de pressão, devidamente identificados:

Em situações específicas, a destinação dos resíduos gerados (solo, efluentes líquidos e gasosos) pode ser direcionada aos sistemas de tratamento existentes e inerentes à operação de uma Indústria Petroquímica (oxidador térmico, Estação de Tratamento de Efluentes, etc.).

A classificação, transporte e destinação final dos resíduos gerados devem atender às legislações vigentes, porém não foram consideradas neste trabalho.

4.2 Riscos de Exposição ao Trabalhador Associados às Principais Atividades de Investigação

Segundo a classificação de riscos proposta Lapa (2006): Trivial, Tolerável, Moderado, Substancial e Intolerável, que é feita após a identificação de perigos, classificação e avaliação de probabilidade e severidade, caracterizam os riscos da operação analisada.

Para a classificação de probabilidade, serão consideradas as seguintes variáveis:

- ⇒ Freqüência de Exposição ao Perigo (EP): avalia a periodicidade em que as pessoas estão expostas ao perigo, agente ou condição perigosa;
- ⇒ Número de Pessoas Expostas (PE): avalia a extensão de exposição ao perigo;
- ⇒ Eficácia dos Meios de Controle existentes (EC): avalia quanto os meios de proteção ou prevenção estão adequados;
- ⇒ Reconhecimento e Identificação Prévia do Perigo (CP): avalia a capacidade de percepção e consciência do perigo ou condição perigosa, verificando se as pessoas são capazes de identificar estas situações.

Por sua vez, a classificação de severidade dá-se através de duas variáveis:

- ⇒ Gravidade a lesão, dano ou doença potencial (GV): Avalia a possível consequência nas pessoas;
- ⇒ Escala de abrangência do dano, lesão doença potencial (EA): Avalia a extensão do dano sobre outras pessoas no mesmo ambiente, adotando critérios para atribuição dos valores às situações.

A Figura 4: **Fluxograma simplificado para auxiliar a identificação de perigos** apresenta um fluxograma das atividades e tarefas realizadas no processo de investigação e que serão analisadas, sendo um guia para a aplicação da metodologia de identificação de perigos e avaliação de riscos.

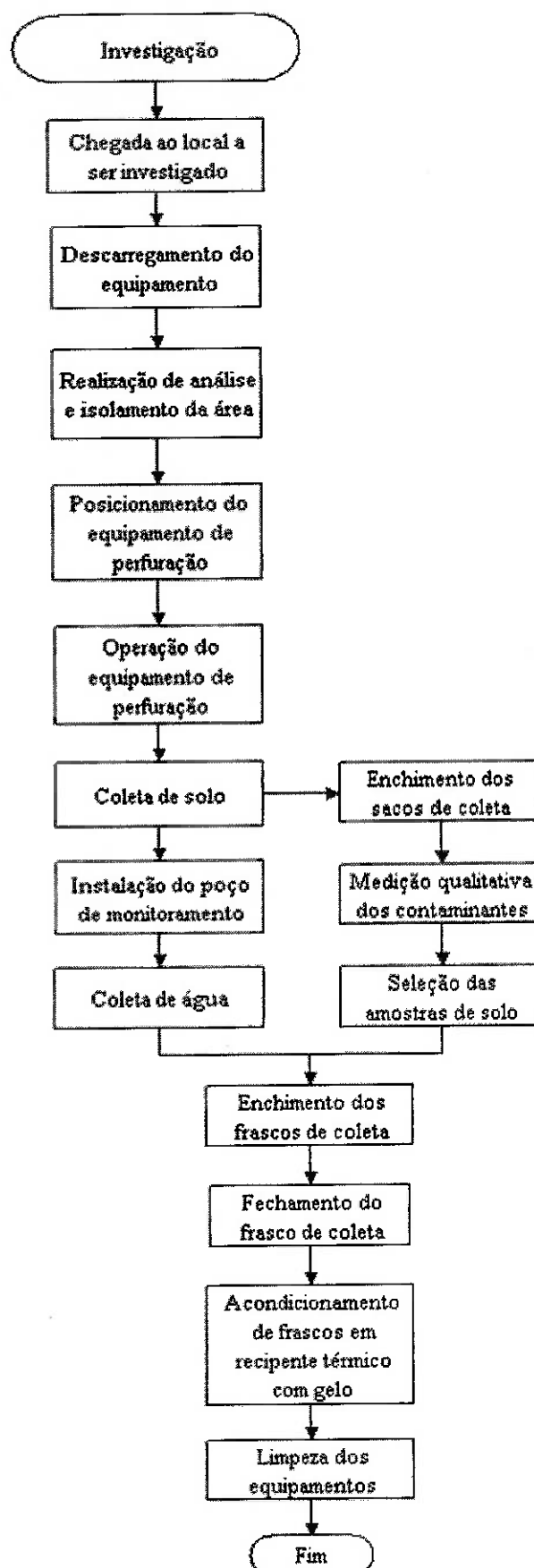


Figura 4: Fluxograma simplificado para auxiliar a identificação de perigos

Em seguida serão apresentados os principais riscos associados às atividades de investigação de passivos ambientais.

As atividades de perfuração, instalação de poços e coleta de amostras (solo e água) são, em grande parte, realizadas nos setores produtivos da Indústria Petroquímica, estando desta forma os trabalhadores expostos a riscos como exposição às condições climáticas naturais (trabalho a céu aberto), atividade repetitiva (ato de rodar o trado), esforço físico, torções, movimentos de levantamento de carga inadequados, atrito, impactos por ou contra aprisionamento, atropelamento, animais peçonhentos, incêndio e explosão, danificar ou romper tubulações e/ou interferências subterrâneas e aéreas (água, cabos de energia, produto, etc), contato dermal, inalação e ingestão de compostos orgânicos voláteis, entre outros vapores, gases ou particulados pelos trabalhadores em função do manuseio de amostras contaminadas e resíduos entre outras lesões e incidentes. Durante a atividade, ainda pode ocorrer o rompimento de linhas subterrâneas de combustíveis/produtos químicos, com conseqüente contaminação do solo e águas subterrâneas e/ou possibilidade de explosão/incêndio ou ainda de cabeamento elétrico, provocando eletrocussão.

Existem riscos ambientais operacionais, tais como: introdução de equipamentos contaminados em pontos limpos, com possível e conseqüente contaminação do solo e das águas subterrâneas, que não serão levados em consideração para este estudo.

A Tabela 11 apresenta os principais riscos considerados para cada atividade desenvolvida.

Tabela 11: Resumo de atividades principais e riscos associados

Atividades	Riscos
Perfuração	Lombalgias de esforço, queda de mesmo nível, fratura, rompimento de tubulações (incêndio, explosão), cabos energizados aéreos e subterrâneos (eletrocussão), contato dérmico, ingestão e inalação de vapores provenientes do solo e águas contaminadas
Coleta de amostras	Contato dérmico, ingestão e inalação de compostos provenientes do solo e águas contaminadas
Acondicionamento de resíduos	Contato dérmico, ingestão e inalação de compostos provenientes do solo, águas e EPIs contaminados, lombalgias de esforço, queda de mesmo nível, fratura, impactos por ou contra aprisionamento

Uma equipe de campo de investigação ambiental é formada na grande maioria das vezes por 4 trabalhadores sendo 1 geólogo/engenheiro/ técnico e 3 auxiliares de sondagem. Com base na experiência dos integrantes do grupo e nas características do mercado ambiental, consideramos uma exposição média para uma equipe de investigação de 20 dias de trabalho por mês, onde uma média diária efetiva de exposição de 6 Homem-hora, exposto a pelo menos uma das características de risco apresentadas neste trabalho.

São perfurados, instalados poços e amostrados solo e água subterrânea de aproximadamente 4 pontos por dia (dependendo da profundidade e da resistência oferecida pela geologia local), totalizando 80 pontos por mês. Esta é uma média de um período de grande demanda do mercado, porém factível com a realidade atual para empresas de médio e grande porte do setor ambiental.

A experiência de 12 anos atuando no mercado ambiental mostra que em diversas situações e das mais variadas são identificados compostos orgânicos voláteis, compostos orgânicos semivoláteis e metais em altas concentrações, adsorvidos ao solo, dissolvidos nas águas subterrâneas, além da presença do contaminante em fase livre, com espessuras que chegam a ser até métricas.

A Tabela 12 apresenta alguns resultados obtidos para amostras de solo e de águas subterrâneas. Estes resultados são normalmente comparados aos valores de referência nacionais e internacionais para fins ambientais ou ainda pode ser realizada uma análise de risco à saúde humana, envolvendo os receptores da região. Por muitas vezes, as concentrações detectadas superam em até 1.000 vezes os limites máximos permitidos ou recomendados pelas referidas listas. Conforme a bibliografia internacional, quando são obtidas concentrações dissolvidas nas águas subterrâneas superiores a 1% da solubilidade do composto, existe um forte indicativo da presença de produto livre no aquífero freático, desta forma, o trabalhador estaria exposto ao produto puro. A exposição da equipe que realiza as perfurações e amostragens acontece em curtos períodos, porém durante várias vezes ao dia, mês e ano.

Obviamente, as concentrações detectadas estão adsorvidas ao solo ou dissolvidas nas águas subterrâneas e não se volatilizam tão rapidamente e nem em sua totalidade, expondo os trabalhadores efetivamente a concentrações bem inferiores às detectadas em laboratório, contando também com a dispersão e diluição desses voláteis no ar atmosférico (ambientes abertos).

Tabela 12: Concentrações de alguns VOCs e SVOCs detectadas em amostras coletadas em campo (ppm)

COMPOSTO	AMOSTRA DE ÁGUA	CETESB (água)	NR 15	ACGIH 2005 TWA	ACGIH 2005 STEL/TETO
Cloreto de vinila	173	5	156	1	-
Tetracloroetano	44.142	40	-	-	-
Tricloroetano	92.950	70	-	-	-
Benzeno	50	0,005	0,04 mg/m ³	0,5	2,5
Tolueno	213	0,17	-	50	-
Benzo(a)pireno	2,3	0,05	-	-	-
Naftaleno	5,6	0,1	-		
Chumbo	3,9	0,01	0,1	0,05 mg/m ³	-
Mercúrio	0,2	0,001	-	0,01 mg/m ³	0,03 mg/m ³

Para os trabalhos de campo, os colaboradores envolvidos devem utilizar os EPIs básicos como capacete com jugular, bota de segurança, uniforme, óculos de proteção, protetor auricular, proteção respiratória e luvas, devendo-se avaliar anteriormente ao início dos serviços a necessidade de EPIs ou EPCs específicos para o local e atividade como, macacão impermeável de proteção para agentes químicos (tyvek), isolamento da área, entre outros.

Em geral medidas de proteção como a adoção de EPIs adequados e compatíveis com os produtos investigados são adotadas pela grande maioria das empresas de consultoria, porém não é unanimidade pelo alto custo de manter de forma correta o uso e preservação dos EPIs.

Portanto, estas atividades descritas anteriormente podem expor os consultores a metais pesados, VOCs, SemiVOCs, entre outros possíveis contaminantes, conforme mencionados anteriormente. Nestas circunstâncias de trabalho, pode ocorrer uma exposição durante um curto período, mas que pode se repetir por muitas vezes durante a vida profissional.

5 Apresentação do Resultado

A identificação de perigos e avaliação de riscos foi feita com base na experiência do participante deste grupo, Guilherme Bechara, que atua na área de investigação de passivos ambientais e na experiência em análise de riscos da participante Milena Masuda, com o auxílio da visão de uma pessoa externa, do participante Eversong Silva.

O resultado da aplicação da metodologia mostrou que os riscos de maior significância, em termos de saúde ocupacional, são a exposição aguda e crônica aos VOCs, SVOCs e metais pesados. Foi possível também identificar, na área de segurança de trabalho, que os riscos mais significantes são acidentes como perfuração de tubulação de inflamáveis ou linha energizada, devido à falha na análise de planta ou falta de conhecimento do local durante a perfuração de um poço de monitoramento.

Resultaram em risco moderado a tolerável a exposição aguda a metais durante as coletas de amostras de solo e água: lesões, cortes, contusões, esforços e movimentos repetitivos ou monótonos, decorrentes do descarregamento de materiais, da perfuração do poço de monitoramento. Além disso, há a exposição a intempéries, calor ou frio, dependendo das condições climáticas do local e do período da perfuração, que foi considerada na atividade de perfuração, mas que se estende às demais atividades do processo de amostragem de água e solo.

A Tabela 13: Classe de Risco x Número de perigos identificados indica o número de perigos identificados e a classe dos riscos:

Tabela 13: Classe de Risco x Número de perigos identificados

Classe de Risco	Número de Perigos identificados	%
Trivial	1	3
Tolerável	4	14
Moderado	11	38
Substancial	8	28
Intolerável	5	17
Total	29	100

A aplicação da metodologia foi dada da seguinte forma:

- a) Preenchimento de cabeçalho: foram colocadas as informações pertinentes ao trabalho
 - b) Identificação das atividades ou tarefas: foram utilizadas as tarefas descritas no fluxograma da Figura 4.
 - c) Identificação dos perigos: conforma atividade descrita, foi realizada a identificação de perigos, com base na Tabela 11: Resumo de atividades principais e riscos associados.
 - d) Circunstâncias do perigo: neste item foram determinadas as causas da exposição ao perigo.
 - e) Dano, lesão ou doença: foram identificadas as consequências do perigo.
 - f) Controle: foram identificados os controles que podem ser utilizados nestas atividades
 - g) Determinação da classe de risco: conforme Tabela 6: Classe de Perigos conforme Ministério do Trabalho e Emprego, foram determinadas as classes dos perigos identificados.
 - h) Incidência (I): foi considerada a incidência indireta para as ocorrências com os operadores da perfuração por tratar-se, em geral, de empresas terceirizadas e a incidência direta para as ocorrências com o consultor, pois o nível de ação sobre as causas da exposição para terceiros é indireto e para o seu funcionário é direto. Em algumas situações, foram indicadas as duas situações, direta e indireta.
 - i) Condição da operação (O): as condições de operação identificadas são em sua maioria, operações rotineiras (R). Algumas atividades são feitas de forma esporádica (Es) e poucas situações foram consideradas atípicas (A).
 - j) Temporalidade (T): todas as tarefas e atividades são Correntes (C), pois atividades em planejamento ou implantação não entraram no escopo deste trabalho.
 - k) Probabilidade: foi determinada conforme Tabela 7: Classificação de Probabilidade e seu valor total é o somatório dos parâmetros a seguir:
- Freqüência de Exposição ao Perigo (EP): não foram consideradas quantas vezes a atividade ocorre no ano, mas sim, durante a execução da atividade, por quanto tempo ocorria a exposição ao perigo.

- Eficácia dos Meios de Controle existentes (EC): . Os controles em geral foram considerados como parcialmente eficazes, pois algumas proteções, por exemplo, EPI, pode não ter sido escolhido apropriadamente, as plantas dos clientes para análise da área podem estar desatualizadas, etc. O Valor variou entre 2 e 3.
- Reconhecimento e Identificação Prévia do Perigo (CP): em geral, foram considerados como de fácil percepção ou perceptível quando identificados por pessoa experiente, ou seja, o valor variou entre 1 e 2.
- Número de Pessoas Expostas (PE): levando-se em conta que a total de pessoas expostas na atividade varia entre 3 e 4 indivíduos, a pontuação variou entre 2 (20% a 50% do efetivo exposto) e 3 (acima de 50% do efetivo exposto).

I) Severidade: foi considerada o somatório dos parâmetros descritos na Tabela 8: Classificação da Gravidade:

- Gravidade da lesão, dano ou doença potencial (GV): Foram considerados conforme a classificação utilizada, no entanto, destacou-se que as consequências de uma exposição aguda são diferentes de uma exposição crônica a VOCs, SVOCs e metais.
- Escala de abrangência do dano, lesão doença potencial (EA): muitos perigos identificados estão restritos a uma ou ao grupo que executa a atividade. Apenas o incêndio e explosão foram considerados como riscos que podem atingir outras áreas.

Empresa:		Sistema: Área de Passivos Ambientais			Data: n/a															
Consultoria Ambiental		Processo: Retirada de amostra de solo e água subterrânea	Avaliadores: Milena Masuda, Guilherme Bechara e Eversong Silva																	
Responsável: Guilherme Bechara																				
#	Atividade / Tarefa	Perigo	Circunstâncias do perigo	Lesão Doença Dano	Controle	Classe do Perigo	I	O	T	Probabilidade						Severidade			GR	Classe de Risco
											EP	EC	CP	PE	P	GV	EA	S		
1	Carga e Descarga dos equipamentos/materiais	Peso excessivo, queda de componentes pesados em nível superior, contato com partes pontiagudas ou cortantes	pela manuseio inadequado de equipamentos que possuem partes pontiagudas, cortantes e são pesados ou falta de equipamentos adequados para a operação	Lombalgias de esforço, cortes ou esmagamento	Uso de sapato de segurança com biqueira de aço, capacete com jugular, luvas de raspa	Ergonômico / Acidentes	D	R	C		2	2	1	3	8	3	3	6		MODERADO
2	Realização de análise e isolamento da área	Ataque de animais peçonhentos	pelo local a ser perfurado, falta de uso de EPI	Intoxicação, morte	Uso de sapato de segurança com biqueira de aço, capacete com jugular, luvas de raspa, perneiras de couro	Acidente / Biológico	D	Es	C		2	2	1	3	8	9	3	12		SUBSTANCIAL
3		Trânsito de veículos	pelo isolamento inadequado, falta de sinalização no local	Lesões moderadas a graves, morte	Sinalização de aviso e isolamento da área	Acidente	D/I	R	C		3	2	1	2	8	9	3	12		SUBSTANCIAL
4	Posicionamento do equipamento de perfuração	peso excessivo, contato com partes pontiagudas ou cortantes, impactos por ou contra aprisionamentos	pela manuseio inadequado trado ou perfuratriz que possuem partes pontiagudas, cortantes e de peso excessivo	Lombalgias de esforço, cortes ou esmagamento	Uso de sapato de segurança com biqueira de aço	Ergonômico e Acidentes	D	R	C		2	2	1	3	8	3	3	6		MODERADO
5		Queda de mesmo nível	pela movimentação de equipamentos desnivelados , piso escorregadio	Lesões, esmagamento de membros	Procedimento	Acidentes	D	A	C		1	2	2	2	7	3	1	4		TOLERÁVEL

Figura 5: Planilha preenchida

As planilhas utilizadas para a identificação e avaliação dos riscos e a descrição de todos os perigos identificados, bem como as pontuações consideradas para avaliação do risco este estudo estão apresentadas no APÊNDICE 3 – PLANILHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS. Pode-se observar que houve agrupamento de perigos conforme similaridade, ao mesmo tempo em que alguns aparentemente similares foram descritos separadamente devido à consequência ser diferente, como é o caso de exposição aguda e exposição crônica.

6 Discussão do Resultado

Pode-se perceber que dos resultados obtidos 17% dos riscos avaliados foram considerados Triviais ou Toleráveis, ou seja, a maior parcela dos riscos foi considerada Moderada, Substancial e até Intolerável.

Estes resultados podem ter sido influenciados pela subjetividade das pontuações definidas pelo grupo. Este estudo foca o consultor de meio ambiente e não os operadores, que em geral são de empresas contratadas. Portanto, alguns incidentes têm nível de responsabilidade indireto para a empresa que está contratando o serviço.

Sobre as condições de operação, consideramos que as ações são rotineiras. Cada etapa da sondagem é uma ação rotineira, sendo a sondagem também uma atividade rotineira para o consultor ambiental. Conforme estimativa indicada anteriormente, são perfurados, instalados poços e amostrados solo e água subterrânea de aproximadamente 4 pontos por dia, totalizando 80 pontos por mês. Esta estimativa pode variar conforme as oscilações do mercado, o que pode influenciar na avaliação da exposição do consultor. No entanto, com a preocupação cada vez maior com as questões ambientais, esta variação pouco influencia o resultado.

Por não se tratar de um projeto a ser instalado, a temporalidade para as atividades foi classificada como corrente.

Conforme metodologia, não foram adotadas estatísticas de falhas para o cálculo da probabilidade, mesmo porque este estudo não se trata de operações em sistemas complexos, é uma operação com um equipamento relativamente simples que basicamente depende da ação humana.

Segundo o primeiro critério da planilha, Frequência de Exposição ao Perigo (EP), consideramos que durante a execução da atividade, as pessoas estão ou não expostas durante todo o tempo: por exemplo, estão expostas a VOC o tempo todo caso o local esteja de fato contaminado e pode estar com concentrações que excedem o valor teto. Em contrapartida, para alguns perigos como a execução de movimentos repetitivos, carregamento de materiais pesados, considerou-se que são frequências não continuadas.

A avaliação dos controles existentes (EC) foi feita segundo conhecimento prévio dos participantes. Nem todos os controles foram considerados plenamente

eficazes, pois se considerarmos que não há conhecimento da concentração dos contaminantes, a atividade seria feita com conjunto inadequado de EPIs. Como estes equipamentos têm custo elevado, em geral utilizam-se equipamentos de menor qualidade, inclusive luvas de procedimento cirúrgico, máscaras semifaciais, que não protegem o operador e o consultor caso haja exposição aos vapores tóxicos, por exemplo. Portanto, grande parte dos controles foi considerada precária, inclusive o controle administrativo referente à avaliação prévia do local com planta built, e consulta a funcionários, que em locais não ocupados (*"brownfields"*) investigados eventualmente, não há nenhuma informação, e pausas durante o trabalho nem sempre são feitas, pois há um tempo planejado para a execução deste tipo de atividade e pode requerer um esforço maior do que o necessário. A ausência de controles como a não-utilização e/ou uso incorreto de EPIs aumentam a significância dos riscos identificados. Ao alterar o valor de EC para inexistente, isto é, valor 3, pode-se observar que alguns riscos tornam-se intoleráveis. Em contrapartida, ao considerar os controles eficazes, grande parte dos riscos identificados deixam de ser considerados intoleráveis. A alteração da classificação do risco é mostrada na Tabela 14.

Tabela 14: Classe de Risco com ou sem controles eficazes

Classe de Risco	Número de Perigos identificados	Número de Perigos identificados sem controles eficazes	Número de Perigos identificados com controles eficazes
Trivial	1	1	1
Tolerável	4	4	5
Moderado	11	10	10
Substancial	8	7	12
Intolerável	5	7	1
Total	29	29	29

Em grande parte dos perigos, a consciência sobre estes (CP) foi classificada como de fácil percepção com ou sem análise ou medição. Não consideramos haver um perigo que só fosse identificado através de um incidente ou de forma reativa.

Mesmo não sabendo a concentração dos contaminantes no ar, o consultor tem conhecimento de que pode estar exposto a valores acima do valor teto.

O número de pessoas expostas (EP) consideradas em cada perigo foi o número de pessoas que executam a atividade, ou seja, varia de 1 a 4 pessoas, uma vez que são necessárias três pessoas para realizar a perfuração e um consultor coordenando as operações. No caso da coleta tanto de água subterrânea como de solo, consideramos que somente o consultor realiza esta atividade, em contrapartida, todos podem estar expostos a intempéries, por exemplo. Pelos resultados obtidos, não tivemos a pontuação 1, pois 1 pessoa exposta já representa 25% do efetivo, e no critério utilizado, a pontuação 1 refere-se a menos de 20% do efetivo.

Para a avaliação das consequências dos perigos, isto é, dos potenciais danos causados, foram avaliadas a gravidade (GV) e a abrangência (EA) destes danos. Somente em um caso houve separação de duas consequências para o mesmo perigo: no que se refere a consequências de uma exposição aguda a VOC, SVOC e metais que são diferentes da exposição crônica, que, conforme estudado, leva a consequências mais graves. Foram levadas em conta estas duas consequências, pois a pontuação da gravidade se altera e o consultor pode realizar este tipo de atividade por toda a sua carreira. Para este risco, foi levantado o controle de exames periódicos conforme NR 07 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, o PCMSO, que está atrelado à NR 9 que trata do PPRA. Para a avaliação da eficácia deste controle, levamos em consideração que nem todas as empresas o realizam, pois nem todas levantam estes riscos em consultorias no PPRA.

Para o critério de abrangência, apenas a consequência de incêndio ou explosão foi considerada com a maior pontuação, pois é a única que pode trazer consequências para fora do local. Poderia haver outra possibilidade que acreditamos ser mais remota, que é a exposição à VOC e SVOC, no entanto, até atingir áreas adjacentes, consideramos que a concentração dos agentes sejam baixas.

Em algumas atividades, percebemos que houve repetição dos perigos, indicando que o mesmo se faz presente em várias etapas da atividade, como a exposição à VOC, SVOC e metais. Este perigo já fazia parte da preocupação do grupo e foi o principal fator que levou o grupo a realizar este estudo. Por este fator

subjetivo, pode ter havido uma pontuação maior, no entanto, o fato de o solo ou a água estarem contaminados até 1.000 vezes o valor teto da concentração no ar, e por se tratar de compostos voláteis, nos leva a crer que esta exposição seja um dos principais riscos ao qual o consultor está sujeito.

Também devido à simplificação da identificação de perigos conforme os requisitos do PPRA ou falta de critérios para análise das atividades do consultor, percebemos que alguns controles podem ser falhos: de um monitoramento ao uso de um EPI adequado. Conseqüentemente, deve-se dar uma atenção especial aos controles, uma vez que estas tarefas são executadas na área do cliente e a consultoria não tem o poder de modificá-la para estabelecer um controle coletivo eficaz e nem sempre recebe o EPI adequado. Em alguns clientes, são realizadas análises de risco antes da execução da tarefa, o que pode auxiliar no controle de riscos, entretanto, isto depende da equipe que realiza a identificação dos perigos.

Tendo em vista os resultados, também podemos questionar se a definição de freqüência que foi utilizada está adequada a esta identificação. Acredita-se que primeiramente deve-se analisar com que freqüência ocorre a atividade, da mesma forma, deve-se analisar dentro da atividade, a freqüência da tarefa, ou quanto tempo esta tarefa leva para ser executada e, por fim, analisar as chances da ocorrência de um acidente, ou de uma exposição a um agente químico.

Consideramos uma exposição média para uma equipe de investigação de 20 dias de trabalho por mês e uma média diária efetiva de exposição de 6 HH diárias, exposto a pelo menos uma das características de risco apresentadas neste trabalho. Poderíamos ter considerado, então, um fator para a freqüência de execução deste trabalho por ano, por exemplo, e não somente a freqüência de exposição ao perigo, considerada em EP.

Este levantamento poderia ser feito utilizando-se a técnica de APR, que é mais simples que a metodologia utilizada, utilizando somente um critério de probabilidade e um critério de severidade ou conseqüência, e segue os mesmos princípios para a identificação de perigos. Poderíamos também ter adaptado os critérios da BS 8800 numa APR, mas, ao ter conhecimento da metodologia utilizada, acreditamos que esta estaria condizente com este estudo. Além disso, a identificação de perigos segundo esta metodologia já traz uma base para a implantação de um Sistema de Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho, bem como pode ser utilizada, com as devidas

adaptações, nas etapas de antecipação, reconhecimento, avaliação dos riscos e exposição aos trabalhadores, de um PPRA, pois abrange os requisitos destas etapas.

Conforme experiência dos integrantes, o PPRA das empresas de consultoria nem sempre levam em consideração estas atividades de campo, ficando restrita a atividades de escritório.

Acreditamos que poderíamos ter consultado mais informações de outras consultorias ambientais para adquirir um espaço amostral maior, com estatísticas mais próximas à realidade. Porém, não é comum no mercado ambiental a disponibilização destes tipos de dados, pois a maioria das empresas não os tem.

7 Conclusão

Através deste estudo, concluiu-se que os riscos aos quais os consultores de meio ambiente estão expostos não são insignificantes, ou seja, estes riscos devem ser levados em consideração, uma vez que possuem consequências potenciais graves, dependendo do tempo em que a pessoa atuar na área em questão. Como muitas empresas de consultoria não possuem uma gestão de saúde e segurança no trabalho, acreditamos que estes riscos deveriam constar no PPRA, embora em muitas consultorias, estes riscos sequer são mencionados.

Constatou-se que dos 29 riscos identificados e avaliados, 45% são intoleráveis ou substanciais, 38% são moderados e 17% são toleráveis ou triviais, ou seja, grande parte dos riscos pode causar algum tipo de dano grave.

Observou-se também que a ausência de controles como a não utilização e/ou uso incorreto de EPIs aumentam a significância dos riscos identificados de acordo com a classificação dos riscos da metodologia utilizada. Isto mostra que as medidas de controle quando implantadas e mantidas podem reduzir o risco das exposições dos trabalhadores considerados neste trabalho.

Foi observado neste estudo que a metodologia para a identificação de perigos e avaliação de riscos foi adequada. Poderíamos ter utilizado outras técnicas para a identificação de perigos, como a APR, mas acreditamos que a metodologia proposta por Lapa (2006) atendeu aos nossos objetivos por apresentar critérios condizentes com o que nos propusemos a analisar.

8 Referências Bibliográficas

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. BS 8800:2004 Occupational Health and Safety Management Systems Guide, London, 2004.

_____. OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES – OHSAS 18001:1999 Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional – Especificação, Londres, 1999.

_____. OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES – OHSAS 18002:2000 Sistemas de Gestão de Segurança e Saude Ocupacional – Diretrizes para a implementação da OHSAS 18001, Londres, 2000.

STANDARDS AUSTRALIA; STANDARDS NEW ZEALAND AS / NZ 4360:2004 Risk Management, Australia, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – NBR15495-1:2007
- Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares – Parte 1
- Projeto e construção, São Paulo, 2007.

Manuais de Legislação Atlas – Segurança e Medicina do Trabalho – 57ª edição , São Paulo. Editora Atlas S.A., 2005.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH - TLVs® e BEIs® Baseados na documentação dos Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas e agentes físicos e Índices de Exposição Biológicos BEIs®, , Tradução Associação Brasileira dos Higienistas Ocupacionais ABHO, 2005.

DE CICCIO, F.; FANTAZZINI M.L. *Tecnologias Consagradas de Gestão de Riscos*, Coleção Risk Tecnologia, Série RISK Management, São Paulo. Risk Tecnologia Editora LTDA, 2003.

LAPA, R. P. *Metodologia de Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos Ocupacionais*, Tese – Área de concentração: Engenharia Mineral, Orientador: Prof. Dr. Wilson Siguemasa Iramina apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

SHREVE R. Norris, BRINK, Joseph A. Jr. *Indústria de Processos Químicos* – 4ª edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara – Tradução de Horácio Macedo, 1977.

BRASIL LEI 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981 Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. (<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>)

9 Bibliografia

ANNIBAL D.et al.. O. Dias, Graciela Arbilla, Jiri Barek, Luiz Filipe V. Ferreira, Anabela S. Oliveira, Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitrados (NHPAs): uma revisão metodológica, Quím. Nova vol. 23 nº 6, São Paulo Dez. 2000.

ASFAHL, C. Ray. *Gestão de Segurança do Trabalho e de Saúde Ocupacional*. São Paulo. Reichmann & Autores Editores, 2005.

BENNETT, G.F. Center for Chemical Process Safety. Guidelines for risk based process safety. **Journal of Hazardous Materials**, 2008.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Ações Corretivas Baseadas em Risco (ACBR) Aplicadas a Áreas Contaminadas com Hidrocarbonetos Derivados de Petróleo e Outros Combustíveis Líquidos – Versão Preliminar, São Paulo, 2000.

_____. Decisão Diretoria No 195 – 2005E de 23 de novembro de 2005, Valor de Intervenção.

_____. *Manual de Orientação para a Elaboração de Estudo de Análise de Riscos*. p. 4.261, São Paulo, 2003.

_____. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, São Paulo, São Paulo, 1999.

_____. Técnicas de Investigação de Áreas Contaminadas, Cursos e Treinamentos CETESB, São Paulo, 2006.

FETTER, C. W. 2001 Aplied Hydrogeology, 4ª ed, New Jersey, Prentice Hall

MACHADO, R.A. *Avaliação de Compostos Orgânicos Voláteis em Ambientes Interiores Climatizados*. Tese – Área de concentração: Saúde Ambiental, Orientador: Prof. Dr. João Vicente de Assunção, apresentada ao Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

NAKANO ,D., Relatório Setorial – Final, FINEP (Financiadora de Estados e Projetos) Rede DPP, 08/03/2006.

SISINNO, C. L. S *et al.*., Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em resíduos sólidos industriais: uma avaliação preliminar do risco potencial de contaminação ambiental e humana em áreas de disposição de resíduos Cad. Saúde Pública vol. 19 nº 2 Rio de Janeiro Mar./Abr.

V Seminário de Políticas de Gestão da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas, São Paulo, 2007.

LAPA, R.P.; SIMÕES, R.A.G. Gerenciamento de Riscos. São Paulo: eST 701. 2ª edição. Epusp-PECE, 2006. Apostila para disciplina de especialização de Engenharia de Segurança.

MARTINS, D. *et al.* O Ambiente e as Doenças do Trabalho. São Paulo: eST 501/ST 08. 2ª edição. Epusp-PECE, 2006. Apostila para disciplina de especialização de Engenharia de Segurança.

10 Apêndices

APÊNDICE 1– TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E RISCOS

A APP ou APR é uma técnica de origem norte-americana, relacionada aos programas de Segurança Militar e é exigida pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos desde 1984. Esta análise surgiu primeiramente da revisão a ser feita em novos sistemas de mísseis com grandes perigos de operação, ou seja, tornando-a de alto risco e foi desenvolvida para a prevenção contra o uso desnecessário de materiais, processos e procedimentos de alto risco e caso a utilização fosse inevitável, que se assegurasse o uso de medidas preventivas. Isto decorre da destruição de quatro silos dentre setenta e dois silos de lançamentos balísticos, com custo unitário de doze milhões de dólares.

Portanto, o objetivo principal desse método é identificar os possíveis perigos/riscos que possam ocorrer em uma instalação, numa fase preliminar do projeto, mas também se pode aplicar este método em instalações existentes ou em operação, realizando desta forma uma revisão dos aspectos de segurança existentes. A classificação de cada um dos perigos individualizados é feita através de uma categorização qualitativa. Segundo De Cicco e Fantazzini (2003), esta revisão é feita de forma superficial de problemas gerais de segurança, sendo necessário analisar procedimentos que, em fase de projeto, são definidos em fases posteriores. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta as categorias de severidade.

Tabela 15: APP - Categorias de Severidade

CATEGORIA DE SEVERIDADE		EFEITOS
I	Desprezível	A falha não resulta em dano funcional, lesão ou contribui com um risco ao sistema
II	Marginal (ou limítrofe)	A falha pode degradar um sistema, mas não envolverá danos maiores ou lesões e pode ser controlada ou compensada
III	Crítica	Possíveis danos ao sistema podendo provocar danos substanciais, lesões de gravidade moderada, requerendo ações icorretivas imediatas
IV	Catastrófica	A falha provoca severa degradação do sistema podendo resultar em perda total, lesões graves ou morte

(Fonte: De Cicco e Fantazzini (2003) – *Tecnologias consagradas de Gestão de Risco*)

As etapas, segundo De Cicco e Fantazzini (2003), para desenvolver uma APR são:

- Rever problemas conhecidos: verificar os problemas que já ocorreram.
- Revisar a missão: verificar objetivos, exigências de desempenho, funções e procedimentos de onde será realizada a operação.
- Determinar os riscos principais: identificar o que pode causar diretamente danos, lesões, perda de função ou material.
- Determinar os riscos iniciais e contribuintes: analisar a série de riscos contribuintes para o risco principal identificado.
- Revisar os meios de eliminação e controle dos riscos: verificar as opções de prevenção e controle compatíveis com o sistema.
- Analisar os métodos de restrição de danos: Verificar meios eficientes de restringir o dano no caso de perda de controle sobre os riscos.
- Indicar quem levará a cabo as ações corretivas: definir ações e seus responsáveis.

Há técnicas que consistem na realização de uma revisão da instalação, a fim de identificar os perigos potenciais e/ou problemas de operabilidade como o *What/If* e o HazOp. O conceito destas técnicas é a condução sistematizada de perguntas relacionadas a risco sobre as operações do conjunto de sistemas que está em análise.

O What/If é baseado em questões de “O que aconteceria se...?” e a partir destas perguntas, são analisadas as causas e as conseqüências da suposição feita. Tais perguntas são primeiramente listadas, sem serem respondidas, até o esgotamento da geração das mesmas. Na etapa seguinte, elas são respondidas de forma a gerar um cenário, não as respondendo de forma imediata.

O HazOp, por sua vez, apresenta uma metodologia mais sistematizada que o What/If, apresentando uma lista de palavras-guia e parâmetros estabelecidos para cada processo ou operação. As perguntas são feitas combinando as palavras-guia e parâmetros, formulando assim um cenário de desvio do processo ou operação e este cenário é analisado quanto a viabilidade, causas e conseqüências. Os principais resultados obtidos do HazOp são:

- Identificação de desvios que conduzem a eventos indesejáveis;
- Identificação das causas que podem ocasionar desvios do processo;
- Avaliação das possíveis conseqüências geradas por desvios operacionais;

O Manual de Orientação Para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos, p. 4.261, de Maio/2003 da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, apresenta algumas palavras-guia, parâmetros de desvios utilizados em uma análise de HazOp.

Tabela 16: Palavras-guia

Palavra-guia	Significado
Não	Negação da intenção de projeto
Menor	Diminuição quantitativa
Maior	Aumento quantitativo
Parte de	Diminuição qualitativa
Bem como	Aumento qualitativo
Reverso	Oposto lógico da intenção de projeto
Outro que	Substituição completa

(Fonte: *Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos*, p. 4.261, Maio/2003, CETESB)

Tabela 17: Parâmetros, Palavras-guia e desvios

Parâmetro	Palavra-guia	Desvio
Fluxo	Não	Sem fluxo
	Menor	Menos fluxo
	Maior	Mais fluxo
	Reverso	Fluxo reverso
Pressão	Menor	Pressão baixa
	Maior	Pressão alta
Temperatura	Menor	Baixa temperatura
	Maior	Alta temperatura
Nível	Menor	Nível baixo
	Maior	Nível alto

(Fonte: *Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos*, p. 4.261, Maio/2003, CETESB)

A metodologia chamada Análise de Modo de Falha e Efeitos – *Failure Mode and Effect Analysis* – FMEA, não é método de identificação de risco que visa avaliar as condições de perigo, mas sim, no equipamento, suas possíveis falhas e quando suas conseqüências resultam em possíveis lesões ao ser humano, sendo esta uma

técnica mais detalhada. Os efeitos de falhas humanas não necessariamente são considerados neste estudo.

O método foi desenvolvido pelos Laboratórios Bell, em contrato com a Força Aérea dos Estados Unidos. É uma análise inicialmente qualitativa, com a identificação das falhas dos componentes de um sistema e, que depois, tem a possibilidade de aplicar-se uma análise com dados qualitativos de probabilidade de falhas e de confiabilidade. Os objetivos do HazOp, segundo De Cicco e Fantazzini (2003), são:

- Revisão sistemática do modo de falhas de um componente visando garantir danos mínimos no sistema;
- Determinação dos efeitos que as falhas podem causar em outros componentes do sistema;
- Determinação de falhas de efeito crítico dos componentes de um sistema;
- Cálculo de probabilidades de falhas a partir das probabilidades de falha de cada componente;
- Determinação de meios de redução de probabilidades de falhas dos componentes, como componentes de alta confiabilidade ou redundâncias no projeto.

Através destas técnicas de identificação, é possível gerar bases para a elaboração de recomendações para a prevenção de eventos perigosos ou minimização de possíveis consequências.

APÊNDICE 2 – CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS DE INTERESSE

VOCs - Compostos Orgânicos Voláteis

Os VOCs podem estar dispersos na atmosfera ou então presentes na água subterrânea e no solo. Vários destes compostos são altamente prejudiciais à saúde, sendo muitos deles considerados carcinogênicos, como é o caso do benzeno.

A *International Agency for Research on Cancer* (IARC) classifica as substâncias químicas de acordo com a evidência de carcinogenicidade relativas à literatura mundial. Os grupos classificados pela entidade são reconhecidos como:

- Grupo 1 - O agente é carcinogênico para humanos (evidências suficientes de carcinogenicidade em humanos).
- Grupo 2 A - O agente é provavelmente carcinogênico para humanos (evidências limitadas de carcinogenicidade em humanos e suficientes evidências em experiências com animais).
- Grupo 2 B - O agente pode vir a ser carcinogênico para humanos (evidências inadequadas de carcinogenicidade em humanos, mas suficiente em animais, ou evidências limitadas em humanos e insuficientes em animais).
- Grupo 3 - O agente não pode ser classificado como carcinogênico para humanos.
- Grupo 4 - O agente não é provavelmente carcinogênico para humanos (evidências indicam que não é carcinogênico em animais).

Segundo esta classificação, o benzeno é considerado como carcinogênico para humanos (grupo 1). Por esta mesma classificação, o clorofórmio, tetraclorometano (tetracloreto de carbono), 1,2-diclorometano e o tricloroetileno, todas estas substâncias com menos de quatro carbonos na cadeia e todas cloradas (hidrocarbonetos halogenados) foram consideradas carcinogênicas para animais (grupo 2B). O clorofórmio e o tetracloreto de carbono são comumente encontrados em inseticidas e produtos de limpeza. Portanto, estas três substâncias: benzeno, clorofórmio e tetracloreto de carbono oferecem iminente risco à população que se expõe por estes agentes tóxicos.

O Tricloroeteno (TCE) é um solvente industrial que foi usado extensivamente para desengraxar metais, assim como em operações de limpeza a seco e síntese orgânica. Vários fluídos de limpeza de tanques sépticos utilizam o TCE. Outro

composto é o Tetracloreto (PCE) que é um solvente largamente utilizado em limpeza a seco e em operações de desengraxamento. O 1,1,1-Tricloroetano (1,1,1-TCA) é muito utilizado como limpador industrial e desengraxador de metais, removedor de ponto.

O TCE por si só não é carcinogênico. Entretanto, a degradação deste composto natural ou por mecanismos induzidos pode resultar na produção do cloreto de vinila que é reconhecidamente carcinogênico.

Segundo Machado (2003), os principais efeitos agudos relacionados a estes compostos vão de irritação sensorial, como irritação nos olhos, nariz e garganta, a efeitos comportamentais, neurotóxicos, hepatotóxicos e genotóxicos, como danos ao sistema nervoso central, dores de cabeça e lapsos de memória.

Os efeitos crônicos estão relacionados com a exposição prolongada a substâncias tóxicas. Em geral, há dificuldade de estabelecer a relação causa-efeito entre as doenças e estas substâncias. A proteção contra estas exposições se faz através dos seguintes passos: identificação da fonte, levantamento do risco e gerenciamento ou redução do risco. Em contraste com outros efeitos tóxicos, não há concentração limiar para substâncias com potencial de genotoxicidade ou de carcinogenicidade, o que torna ainda mais difícil o seu controle.

Os efeitos dependem da substância a qual um indivíduo foi exposto. Os principais e mais facilmente reconhecíveis sintomas típicos de contaminação por benzeno são: irritação nos olhos, pele, nariz e sistema respiratório, dores de cabeça, náuseas, anorexia, fadiga e dermatites.

Em caso de exposição crônica ao tetracloreto de carbono, a pessoa começa a sentir dores nos rins culminando com desequilíbrios visuais. Como também é um hepatotóxico, na exposição prolongada, provoca necrose, fibrose e tumores. O contato direto e prolongado com a pele provoca dermatites. Esta substância também pode agir como depressor do sistema nervoso central e, quando em contato com o sistema respiratório, pode causar danos às mucosas e narcose. Os sintomas típicos de contaminação são irritação nos olhos, pele, náuseas, vômitos, falta de coordenação física, secreção de bile, fadiga, tontura, perturbação mental e dores de cabeça e nos rins.

O tolueno, por sua vez, é rapidamente absorvido quando inalado, podendo comprometer os pulmões ao longo do tempo. A inalação prolongada resulta em

disfunção orgânica crônica do cérebro. No aparelho cardiovascular, o tolueno provoca arritmias no coração, infarto do miocárdio e morte súbita. Ele não possui efeitos tóxicos crônicos sobre a medula óssea. Também pode afetar o sistema ginecológico, o crescimento fetal, causar malformações fetais, ressecamento da pele, caso haja contato cutâneo, etc. Os sintomas típicos de contaminação são irritação nos olhos e nariz, dores de cabeça, euforia, parestesia, fadiga muscular, insônia, pupilas dilatadas, danos aos rins e dermatite.

SVOCs – Compostos Orgânicos Semivoláteis

Tais compostos incluem hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, hidrocarbonetos clorados, pesticidas, ésteres ftálicos, nitrosaminas, aldeídos, éteres, cetonas, anilinas, piridinas, quinolinas, compostos nitroaromáticos e fenóis incluindo nitrofenóis.

Segundo Annibal D. Pereira Netto et al (2000), as principais fontes de geração dos HPAs são os processos de combustão de material orgânico, a queima de carvão, as fotocopiadoras, a exaustão de plantas de incineração de rejeitos, a fumaça de cigarro, além de vários processos industriais como, por exemplo, a produção de alumínio e a gaseificação do coque. As diferentes fontes geradoras são responsáveis pela composição e complexidade destas misturas, contando uma grande variedade de HPAs em diferentes níveis de concentrações.

Segundo Cristina L. S. Sisino et al (2003), a International Agency for Research on Cancer (IARC, 2002) estabeleceu uma classificação de HPAs conforme os dados disponíveis sobre a carcinogenicidade destes materiais ou substâncias e, dentro destas, as que foram caracterizadas como possivelmente carcinogênicas para humanos (limitada evidência em humanos e suficiente em animais) foram o benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno e dibenzo(a,h)antraceno.

O primeiro indício de carcinogenicidade química de produtos de combustão orgânica foi publicado em 1975, quando foi observada uma maior incidência de cânceres em limpadores de chaminés. Muitos anos depois desta publicação, esta atividade carcinogênica foi atribuída à presença de benzo(a)pireno nas amostras.

É importante realçar que o aparecimento do câncer é um processo que envolve várias etapas e que também é influenciado por fatores como suscetibilidade

individual, gênero, etnia, idade, estado de saúde, nutrição e polimorfismo genético. Em geral, maior concentração destes elementos é encontrada em fumantes ou pessoas ocupacionalmente expostas.

Metais

- Alumínio – O alumínio é um elemento largamente encontrado na natureza e, por ser leve, é um dos metais mais utilizados industrialmente, nas mais diversas atividades. No ambiente, o alumínio se agrega a partículas do ar, e pode também se dissolver na água. A ingestão de água e alimentos contaminados é a principal fonte de contaminação nos humanos. Trabalhadores de indústrias que utilizam o elemento também podem acabar por se contaminar. Quando em excesso no organismo, o alumínio pode causar problemas respiratórios como, por exemplo, a asma.
- Arsênio – O arsênio normalmente ocorre na natureza adsorvido ao ferro. Proveniente da fabricação de pesticidas, mineração, uso de combustíveis fósseis, produtos químicos para preservação de madeira e aditivos de ração animal, o arsênio é um metal altamente tóxico. Penetra no organismo através das vias respiratórias e digestivas. Uma vez absorvido, é encontrado primeiramente no fígado, rins e coração, mais tarde nos ossos e no cérebro, onde tende a se acumular.
- Bário – O bário é um elemento que geralmente ocorre combinado com enxofre, carbono ou oxigênio, sendo usado principalmente como lubrificante em tubos de raio X. Na forma de óxido de bário, é utilizado na fabricação de detergentes, enquanto na forma de sulfato, em pigmentos de tintas e cosméticos. Também se utiliza o sulfato de bário para a obtenção de radiografias mais nítidas das partes gastrintestinais. As atividades de mineração, refino e fabricação de compostos de bário podem liberar o elemento no meio ambiente, principalmente na água, já que este se dissolve com facilidade. A ingestão dessa água contaminada provoca o acúmulo no organismo. Outro fator importante de contaminação humana é através do contato com ar impregnado com bário, especialmente em áreas próximas a regiões de mineração e plantas industriais relacionadas ao elemento. Altos índices de bário no organismo podem acarretar

distúrbios na respiração, aumento da pressão arterial e mudanças no ritmo cardíaco. Verificou-se também que os compostos de bário mais solúveis na água são os mais prejudiciais à saúde.

➤ Cromo – Contaminações de cromo são normalmente provenientes de mineração, indústria de refratários, manufatura de pigmentos, galvanoplastia e curtume. Em contaminações do solo e água subterrânea, o cromo normalmente se encontra no estado trivalente, mas também pode ser detectado na forma hexavalente, que é a mais tóxica e cancerígena.

➤ Cobalto – O cobalto é um elemento naturalmente encontrado em rochas, na água e até mesmo nas plantas e nos animais. Industrialmente, ele é usado na produção de ligas com diversos usos, como na manufatura de aeronaves, ímãs e ferramentas. O cobalto pode contaminar o meio ambiente através da queima de combustíveis fósseis ou a partir da industrialização de ligas. Uma vez liberada, a substância se adsorve a partículas do solo e uma parte pode se dissolver na água. A exposição das pessoas ao cobalto se dá principalmente através da ingestão de água e alimentos contaminados. Em pequenas quantidades, o cobalto tem ação benéfica aos organismos, no entanto, altos índices do metal podem causar problemas no coração e nos pulmões. Alguns estudos indicam que o cobalto pode ser carcinogênico para humanos.

➤ Cobre – O cobre é um metal largamente utilizado pelo homem, tanto na forma pura quanto para a formação de ligas. Possui alta condutividade elétrica, sendo por isso freqüentemente utilizado como condutor. As principais atividades responsáveis pela introdução do cobre no meio ambiente são: a corrosão de tubos de cobre e de latão por águas ácidas, através de fungicidas utilizados na preservação da madeira, e também por atividades decorrentes da indústria de mineração, fundição, galvanoplastia e refino. O cobre pode estar presente no ambiente na forma de íons cúpricos ou na forma complexada. É possível também a presença na forma de precipitados ou então adsorvido a sedimentos. Devido à sua pequena solubilidade, geralmente ocorre em baixas concentrações na água. No entanto, a ingestão de altas doses pode acarretar, no homem, irritação e corrosão da mucosa, problemas hepáticos, renais, irritação do sistema nervoso e depressão.

- **Chumbo** – O chumbo é introduzido facilmente no meio ambiente a partir de uma série de processos e produtos humanos, tais como: encanamentos e soldas, plásticos, tintas, pigmentos e metalurgia. Em países em que o chumbo tetraetila ainda é adicionado à gasolina, esta é uma das principais fontes de poluição por este elemento. No Brasil, seu uso na gasolina foi substituído por álcool etílico. É um metal que tende a se acumular no meio ambiente, principalmente em solos e sedimentos, devido à sua baixa solubilidade. O chumbo pode penetrar no organismo humano tanto por ingestão quanto por inalação, e seus efeitos tóxicos incluem distúrbios no sistema nervoso, anemia, doenças cardiovasculares, distúrbios no metabolismo ósseo, nas funções renais e na reprodução.
- **Ferro** – O ferro é o metal mais utilizado pelo homem, como na produção de inúmeras ligas. Além disso, compostos contendo íons de ferro são bastante usados na indústria de tintas e pigmentos. O ferro é, em vários organismos, o elemento responsável pelo transporte do oxigênio no sangue, sendo por isso elemento essencial à vida. No entanto, em grandes quantidades, ele pode se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis e dureza às águas, tornando-as inadequadas ao uso doméstico e industrial.
- **Manganês** – O manganês é um elemento que geralmente ocorre associado a outras substâncias, como, por exemplo, oxigênio, enxofre, cloro ou carbono, formando alguns compostos orgânicos. É um metal bastante usado na composição de ligas, geralmente associado ao ferro, e também usado em quantidades pequenas na fabricação de aço. Além disso, alguns tipos de pesticidas incluem compostos orgânicos de manganês em sua composição. O manganês pode atingir o ar proveniente de emissões das siderúrgicas, ou atingir o solo através da disposição incorreta de resíduos. O uso impróprio de pesticidas contendo manganês também pode acabar por gerar contaminação. A mineração é outra atividade que libera o elemento no meio ambiente. O organismo humano necessita de uma certa quantidade de manganês para desempenhar suas funções vitais. No entanto, o elemento em excesso pode causar danos à saúde. Geralmente, trabalhadores de indústrias que utilizam a substância, assim como os que trabalham em empresas mineradoras, são os que mais correm riscos de se contaminarem, devido à exposição prolongada. O excesso de manganês no

organismo pode causar perda de coordenação e problemas relacionados à atividade cerebral.

➤ **Mercurio** – Proveniente de resíduos industriais, mineração, lâmpadas, agricultura e combustíveis fósseis, é mobilizado no ambiente na forma de metil mercúrio. É o mais volátil de todos os metais, e seu vapor é altamente tóxico. Possui importância ocupacional na forma de vapor ou de líquido. Apresenta grau de insalubridade máximo e grau de risco para a saúde alto, quando da ocorrência de exposição aguda ou crônica.

➤ **Níquel** – O níquel é um metal largamente utilizado na produção de diversas ligas. As principais fontes de contaminação de níquel no meio ambiente são: fundições, ligas e galvanoplastia. É também atualmente bastante utilizado na produção de baterias. As áreas mais prejudicadas pela poluição por níquel são as que se encontram nas proximidades das mineradoras. No ser humano, altas doses desse metal levam à intoxicação, afetando nervos, coração e sistema respiratório.

➤ **Vanádio** – O vanádio encontra-se na crosta terrestre geralmente associado a outros elementos, como oxigênio, sódio e enxofre. Sua principal aplicação industrial é na produção de alguns tipos especiais de aço, sendo utilizado na fabricação de algumas partes de automóveis e de aeronaves. O elemento pode acabar penetrando no meio ambiente decorrente principalmente da queima de combustíveis fósseis, permanecendo no solo, na água e no ar por um longo período. Ele pode se agregar a partículas de sedimentos ou então pode se combinar com outros elementos. A principal fonte de contaminação humana por vanádio ocorre na respiração de ar contaminado com óxido de vanádio, principalmente em áreas próximas a indústrias que utilizem combustíveis fósseis. Em excesso, pode provocar problemas nos pulmões e na garganta, assim como irritações nos olhos.

➤ **Alguns compostos de selênio** (como, por exemplo, o seleneto de hidrogênio) são bastante tóxicos, e a inalação de vapores que contenham essa substância pode provocar irritações nos olhos, no nariz e na garganta.

➤ **Prata** – A prata ocorre na maior parte dos minérios de chumbo e de cobre, e também pontualmente associada a arseneto de cobalto e a ouro. A maior parte da prata produzida é um produto secundário do processo de extração desses

metais. No entanto, várias minas ocupam-se exclusivamente da exploração de minérios deste elemento. A prata foi e ainda é muito utilizada na fabricação de moedas, jóias e demais objetos de alto valor. No entanto, alguns compostos inorgânicos contendo o elemento são também bastante usados industrialmente. O nitrato de prata, por exemplo, encontra vasta aplicação em fotografia, xerografia, eletrodeposição química, em componentes de baterias e também na Medicina. Além dessas aplicações, o composto é também bastante utilizado como catalisador. A prata em si não é tóxica. No entanto, a maior parte dos seus sais é venenosa devido à presença de ânions. Estes compostos são absorvidos pelo corpo e permanecem no sangue até se depositarem nas membranas mucosas, formando uma película acinzentada.

➤ Zinco – É um dos metais mais abundantes da crosta terrestre, ocorre em vários minerais e em diferentes formas (sulfetos ou carbonatos de Zn). Seu maior uso é na galvanização de produtos à base de ferro, proporcionando uma cobertura resistente à corrosão. É também utilizado em baterias, fertilizantes, aros e rodas de veículos, tintas, plásticos, borrachas e em alguns cosméticos como pós e bases faciais e produtos farmacêuticos. É um elemento essencial, mas tóxico em concentrações elevadas.

APÊNDICE 3 – PLANILHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS

#	Empresa:	Sistema:				Data:		n/a											
	Consultoria Ambiental	Processo:	Área de Passivos Ambientais			Avaliadores:	s:	Milena Masuda, Guilherme Bechara e Eversong Silva											
		Responsável:	Retirada de amostra de solo e água subterrânea	Guilherme Bechara															
#	Atividade / Tarefa	Perigo	Circunstâncias do perigo	Lesão Doença Dano	Controle	Classe do Perigo	I	O	T	Probabilidade					Severidade			GR	Classe de Risco
											E P	E C	P E	P	G V	E A	S		
1	Carga e Descarga dos equipamentos/materiais	Peso excessivo, queda de componentes pesados em nível superior, contato com partes pontiagudas ou cortantes	pela manuseio inadequado de equipamentos que possuem partes pontiagudas, cortantes e são pesados ou falta de equipamentos adequados para a operação	Lombalgias de esforço, cortes ou esmagamento	Uso de sapato de segurança com biqueira de aço, capacete com jugular, luvas de raspa	Ergonômico / Acidentes	D	R	C	2	2	1	3	8	3	3	6	48	MODERADO
2	Realização de análise e isolamento da área	Ataque de animais peçonhentos	pelo local a ser perfurado, falta de uso de EPI	Intoxicação, morte	Uso de sapato de segurança com biqueira de aço, capacete com jugular, luvas de raspa, perneiras de couro	Acidente / Biológico	D	Es	C	2	2	1	3	8	9	3	12	96	SUBSTANCIAL
3		Trânsito de veículos	pelo isolamento inadequado, falta de sinalização no local	Lesões moderadas a graves, morte	Sinalização de aviso e Isolamento da área	Acidente	D/	R	C	3	2	1	2	8	9	3	12	96	SUBSTANCIAL

#	Empresa:	Sistema:		Data:		n/a										Classe de Risco		
		Processo:	Responsável:	Área de Passivos Ambientais	Avaliadores:	Data:	Milena Masuda, Guilherme Bechara e Eversong Silva											
							Retirada de amostra de solo e água subterrânea	Guilherme Bechara	Controle	Classe do Perigo	I	O	T	Probabilidade			Severidade	
	Atividade / Tarefa	Perigo	Circunstâncias do perigo	Lesão Doença Dano	Controle	Classe do Perigo	I	O	T	E P	E C	E P	E	P	G V	E A	S	
4	Posicionamento do equipamento de perfuração	peso excessivo, contato com partes pontiagudas ou cortantes, impactos por ou contra aprisionamentos	pelo manuseio inadequado do trado ou perfuratriz que possuem partes pontiagudas, cortantes e de peso excessivo	Lombalgias de esforço, cortes ou esmagamento	Uso de sapato de segurança com biqueira de aço	Ergonômico e Acidentes	D	R	C	2	2	1	3	8	3	3	6	48
5		Queda de mesmo nível	pela movimentação de equipamentos desnivelados , piso escorregadio	Lesões, esmagamento de membros	Procedimento	Acidentes	D	A	C	1	2	2	2	7	3	1	4	28
6	Operação do equipamento de perfuração	Repetição de movimento, esforço físico, monotonia	pelo manuseio do trado por 3 pessoas para fazer a perfuração, com movimentos repetitivos e esforço. Pode haver maior dificuldade	LER	Não há	Ergonômico	D	R	C	2	3	1	3	9	1	3	4	36

#	Empresa: Consultoria Ambiental	Sistema:		Data: n/a	Avaliadores: Milena Masuda, Guilherme Bechara e Eversong Silva														Classe de Risco		
		Processo:	Responsável:		Perigo	Circunstâncias do perigo	Lesão Doença Dano	Controle	Classe do Perigo	I	O	T	Probabilidade					Severidade		GR	
													E P	E C	P E	P	G V	E A			S
9		Exposição a gases em ambientes confinados	pelo uso da perfuratriz em locais fechados. A perfuratriz possui motor a gasolina que emite, entre outros gases, CO e CO ₂	Narcorese, intoxicação, morte	Uso de exaustores quando possível e proteção respiratória	Químico	D	Es	C	3	2	2	3	10	9	1	10	100	INTOLERÁVEL		
10		Choque elétrico	pelo encontro de uma linha subterrânea e/ou aérea energizada	Eletrocussão, Morte	Realização de análise e isolamento da área - verificação de plantas AS BUILT antes do início da operação	Acidente	I	R	C	2	2	2	3	9	9	3	12	108	INTOLERÁVEL		
11		Incêndio ou explosão	pelo rompimento de tubulação subterrânea de substâncias inflamáveis	Queimaduras, Lesões, Morte	Realização de análise e isolamento da área - verificação de plantas AS BUILT antes do início da operação	Acidente	I	R	C	2	2	2	3	9	9	5	14	126	INTOLERÁVEL		

#	Empresa: Consultoria Ambiental	Sistema:		Data:		n/a																			
		Processo: Retirada de amostra de solo e água subterrânea	Responsável: Guilherme Bechara	Perigo	Circunstâncias do perigo	Lesão Doença Dano	Controle	Classe do Perigo	I		O		T		Probabilidade						Severidade			GR	Classe de Risco
									E P	E C	P E	P E	G V	P	E A	S									
12		Exposição a contaminantes - VOC ou SVOC	pela contaminação adsorvida e dissolvida no solo e água subterrânea no local da perfuração	Exposição aguda - mal-estar, irritação nos olhos, náuseas, entre outros	Uso de proteção respiratória	Químico	D	R	C	2	2	2	3	9	5	3	8	72	SUBSTANCIAL						
13										2	2	2	3	9	9	3	12			108	INTOLERÁVEL				
14		Exposição a intempéries ou calor	pela operação do trado ou perfuratriz e supervisão do trabalho em tempestades com descargas elétricas ou em condições de extremo calor	Doenças, Eletrocussão ou desidratação	Pausas	Físico	D/I	R	C	2	2	2	1	3	8	1	3	4	32	TOLERÁVEL					

Empresa:		Sistema:		Área de Passivos Ambientais		Data:		n/a											
Consultoria Ambiental		Processo:		Retirada de amostra de solo e água subterrânea		Avaliadores:		Milena Masuda, Guilherme Bechara e Eversong Silva											
		Responsável:		Guilherme Bechara															
#	Atividade / Tarefa	Perigo	Circunstâncias do perigo	Lesão Doença Dano	Controle	Classe do Perigo	I	O	T	Probabilidade					Severidade			GR	Classe de Risco
							E P	E C	E C	P E	P	G V	E A	S					
20		Repetição de movimento, monotonia	pela movimentação feita no material para realização de medição qualitativa dos contaminantes	LER, mau jeito	Não há	Ergonômico	D	R	C	1	3	1	2	7	1	1	2	14	TRIVIAL
21			pela contaminação presente no local da perfuração e manuseio de amostras contaminadas	Exposição aguda - mal-estar, irritação nos olhos, náuseas, entre outros	Uso de proteção respiratória	Químico	D	R	C	2	2	2	3	9	5	3	8	72	SUBSTANCIAL
22	Medição qualitativa dos contaminantes	Exposição a contaminantes - VOC ou SVOC	pela contaminação presente no local da perfuração e manuseio de amostras contaminadas	Exposição crônica - câncer, deficiência de sistemas do organismo (nervoso, hepático, etc)	Uso de proteção respiratória, monitoramento através de exames periódicos	Químico	D	R	C	2	2	2	3	9	9	3	12	108	INTOLERÁVEL

#	Empresa:	Sistema:		Data:	n/a	Milena Masuda, Guilherme Bechara e Eversong Silva														
		Processo:	Responsável:			Avaliadores:														
						Retirada de amostra de solo e água subterrânea														
		Guilherme Bechara																		
Atividade / Tarefa	Perigo	Circunstâncias do perigo	Lesão Doença Dano	Controle	Classe do Perigo	I	O	T	Probabilidade					Severidade			GR	Classe de Risco		
									E P	E C	P E	P	G V	E A	S					
23	Instalação do poço de monitoramento	Repetição de movimento, esforço físico	LER, lombalgias, contusões, lesões	Não há	Ergonômico e Acidentes	D/I	R	C	2	3	1	3	9	1	3	4	36	TOLERÁVEL		
24	Acondicionamento de resíduos gerados nas atividades	Peso excessivo, queda de componentes pesados em mesmo nível, contato com partes pontiagudas ou cortantes	Lombalgias de esforço, cortes ou esmagamento	Uso de sapato de segurança com biqueira de aço, capacete com jugular, luvas de raspa	Ergonômico / Acidentes	D	R	C	2	2	1	3	8	3	3	6	48	MODERADO		
25	Exposição a contaminantes - VOC ou SVOC	pela contaminação presente no local da perfuração e manuseio dos resíduos para armazenamento em tambores	Exposição aguda - mal-estar, irritação nos olhos, náuseas, narcose entre outros	Uso de máscaras	Químico	D	R	C	2	2	2	2	8	5	1	6	48	MODERADO		

#	Empresa: Consultoria Ambiental	Sistema:	Data:																			
		Processo: Retirada de amostra de solo e água subterrânea Responsável: Guilherme Bechara	Perigo	Circunstâncias do perigo	Lesão Doença Dano	Controle	Classe do Perigo	I	O	T	Avaliadores:											
											E P	E C	P E	G V	E A	S	GR	Classe de Risco				
26				pelo contato dérmico, ingestão acidental ou inalação de vapores provenientes do material contaminado	Irritação dérmica e intoxicação por absorção cutânea dos componentes orgânicos	Uso de luvas e proteção respiratória	Químico	D	R	C	2	2	2	2	2	2	8	5	1	6	48	MODERADO
27					Exposição crônica - câncer, deficiência de sistemas do organismo (nervoso, hepático, etc)	Uso de proteção respiratória, monitoramento através de exames periódicos	Químico	D	R	C	2	2	2	2	2	2	8	9	1	10	80	SUBSTANCIAL
28		Exposição a metais pesados		pelo contato dérmico, ingestão acidental da contaminação presente no local na perfuração durante o armazenamento dos resíduos em	A exposição aguda pode levar a disfunções gastrointestinais, renais, hepáticas, entre outros, dependendo do metal	Uso de luvas	Químico	D	R	C	2	2	2	2	2	2	8	5	1	6	48	MODERADO

11 Anexo

NR 9 - PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

Publicação: Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978

D.O.U.: 06/07/78

Atualizações (Geral): Portaria SSST n.º 25, de 29 de dezembro de 1994

D.O.U.: 30/12/94

9.1 Do objeto e campo de aplicação.

9.1.1 Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

9.1.2 As ações do PPRA devem ser desenvolvidas no âmbito de cada estabelecimento da empresa, sob a responsabilidade do empregador, com a participação dos trabalhadores, sendo sua abrangência e profundidade dependentes das características dos riscos e das necessidades de controle.

9.1.2.1 Quando não forem identificados riscos ambientais nas fases de antecipação ou reconhecimento, descritas nos itens 9.3.2 e 9.3.3, o PPRA poderá resumir-se às etapas previstas nas alíneas "a" e "f" do subitem 9.3.1.

9.1.3 O PPRA é parte integrante do conjunto mais amplo das iniciativas da empresa no campo da preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, devendo estar articulado com o disposto nas demais NR, em especial com o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO previsto na NR-7.

9.1.4 Esta NR estabelece os parâmetros mínimos e diretrizes gerais a serem observados na execução do PPRA, podendo os mesmos ser ampliados mediante negociação coletiva de trabalho.

9.1.5 Para efeito desta NR, consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

9.1.5.1 Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som.

9.1.5.2 Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

9.1.5.3 Consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

9.2 Da estrutura do PPRA.

9.2.1 O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais deverá conter, no mínimo, a seguinte estrutura:

- planejamento anual com estabelecimento de metas, prioridades e cronograma;
- estratégia e metodologia de ação;
- forma do registro, manutenção e divulgação dos dados;
- periodicidade e forma de avaliação do desenvolvimento do PPRA.

9.2.1.1 Deverá ser efetuada, sempre que necessário e pelo menos uma vez ao ano, uma análise global do PPRA para avaliação do seu desenvolvimento e realização dos ajustes necessários e estabelecimento de novas metas e prioridades.

9.2.2 O PPRA deverá estar descrito num documento-base contendo todos os aspectos estruturais constantes do item 9.2.1. 2

9.2.2.1 O documento-base e suas alterações e complementações deverão ser apresentados e discutidos na CIPA, quando existente na empresa, de acordo com a NR-5, sendo sua cópia anexada ao livro de atas desta Comissão.

9.2.2.2 O documento-base e suas alterações deverão estar disponíveis de modo a proporcionar o imediato acesso às autoridades competentes.

9.2.3 O cronograma previsto no item 9.2.1 deverá indicar claramente os prazos para o desenvolvimento das etapas e cumprimento das metas do PPRA.

9.3 Do desenvolvimento do PPRA.

9.3.1 O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais deverá incluir as seguintes etapas:

- a) antecipação e reconhecimentos dos riscos;
- b) estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle;
- c) avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores;
- d) implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia;
- e) monitoramento da exposição aos riscos;
- f) registro e divulgação dos dados.

9.3.1.1 A elaboração, implementação, acompanhamento e avaliação do PPRA poderão ser feitas pelo Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT ou por pessoa ou equipe de pessoas que, a critério do empregador, sejam capazes de desenvolver o disposto nesta NR.

9.3.2 A antecipação deverá envolver a análise de projetos de novas instalações, métodos ou processos de trabalho, ou de modificação dos já existentes, visando a identificar os riscos potenciais e introduzir medidas de proteção para sua redução ou eliminação.

9.3.3 O reconhecimento dos riscos ambientais deverá conter os seguintes itens, quando aplicáveis:

- a) a sua identificação;
- b) a determinação e localização das possíveis fontes geradoras;
- c) a identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho;
- d) a identificação das funções e determinação do número de trabalhadores expostos;
- e) a caracterização das atividades e do tipo da exposição;
- f) a obtenção de dados existentes na empresa, indicativos de possível comprometimento da saúde decorrente do trabalho;
- g) os possíveis danos à saúde relacionados aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica;
- h) a descrição das medidas de controle já existentes.

9.3.4 A avaliação quantitativa deverá ser realizada sempre que necessária para:

- a) comprovar o controle da exposição ou a inexistência de riscos identificados na etapa de reconhecimento;
- b) dimensionar a exposição dos trabalhadores;
- c) subsidiar o equacionamento das medidas de controle.

9.3.5 Das medidas de controle.

9.3.5.1 Deverão ser adotadas as medidas necessárias suficientes para a eliminação, a minimização ou o controle dos riscos ambientais sempre que forem verificadas uma ou mais das seguintes situações:

- a) identificação, na fase de antecipação, de risco potencial à saúde;
- b) constatação, na fase de reconhecimento de risco evidente à saúde;
- c) quando os resultados das avaliações quantitativas da exposição dos trabalhadores excederem os valores dos limites previstos na NR-15 ou, na ausência destes, os valores limites de exposição ocupacional adotados pela ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos;
- d) quando, através do controle médico da saúde, ficar caracterizado o nexo causal entre danos observados na saúde dos trabalhadores e a situação de trabalho a que eles ficam expostos.

9.3.5.2 O estudo, desenvolvimento e implantação de medidas de proteção coletiva deverá obedecer à seguinte hierarquia:

- a) medidas que eliminam ou reduzam a utilização ou a formação de agentes prejudiciais à saúde;
- b) medidas que previnam a liberação ou disseminação desses agentes no ambiente de trabalho;
- c) medidas que reduzam os níveis ou a concentração desses agentes no ambiente de trabalho.

9.3.5.3 A implantação de medidas de caráter coletivo deverá ser acompanhada de treinamento dos trabalhadores quanto aos procedimentos que assegurem a sua eficiência e de informação sobre as eventuais limitações de proteção que ofereçam.

9.3.5.4 Quando comprovado pelo empregador ou instituição a inviabilidade técnica da adoção de medidas de proteção coletiva ou quando estas não forem suficientes ou encontrarem-se em fase de estudo, planejamento ou implantação, ou ainda em caráter complementar ou emergencial, deverão ser adotadas outras medidas, obedecendo-se à seguinte hierarquia:

- a) medidas de caráter administrativo ou de organização do trabalho;
- b) utilização de equipamento de proteção individual - EPI.

9.3.5.5 A utilização de EPI no âmbito do programa deverá considerar as Normas Legais e Administrativas em vigor e envolver no mínimo:

- a) seleção do EPI adequado tecnicamente ao risco a que o trabalhador está exposto e à atividade exercida, considerando-se a eficiência necessária para o controle da exposição ao risco e o conforto oferecido segundo avaliação do trabalhador usuário;
- b) programa de treinamento dos trabalhadores quanto à sua correta utilização e orientação sobre as limitações de proteção que o EPI oferece;
- c) estabelecimento de normas ou procedimento para promover o fornecimento, o uso, a guarda, a higienização, a conservação, a manutenção e a

reposição do EPI, visando garantir as condições de proteção originalmente estabelecidas;

- d) caracterização das funções ou atividades dos trabalhadores, com a respectiva identificação dos EPI's utilizados para os riscos ambientais.

9.3.5.6 O PPRA deve estabelecer critérios e mecanismos de avaliação da eficácia das medidas de proteção implantadas considerando os dados obtidos nas avaliações realizadas e no controle médico da saúde previsto na NR-7.

9.3.6 Do nível de ação.

9.3.6.1 Para os fins desta NR, considera-se nível de ação o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição. As ações devem incluir o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico.

9.3.6.2 Deverão ser objeto de controle sistemático as situações que apresentem exposição ocupacional acima dos níveis de ação, conforme indicado nas alíneas que seguem:

- a) para agentes químicos, a metade dos limites de exposição ocupacional considerados de acordo com a alínea "c" do subitem 9.3.5.1;
- b) para o ruído, a dose de 0,5 (dose superior a 50%), conforme critério estabelecido na NR-15, Anexo I, item 6.

9.3.7 Do monitoramento.

9.3.7.1. Para o monitoramento da exposição dos trabalhadores e das medidas de controle, deve ser realizada uma avaliação sistemática e repetitiva da exposição a um dado risco, visando à introdução ou modificação das medidas de controle, sempre que necessário.

9.3.8 Do registro de dados.

9.3.8.1 Deverá ser mantido pelo empregador ou instituição um registro de dados, estruturado de forma a constituir um histórico técnico e administrativo do desenvolvimento do PPRA.

9.3.8.2 Os dados deverão ser mantidos por um período mínimo de 20 (vinte) anos.

9.3.8.3 O registro de dados deverá estar sempre disponível aos trabalhadores interessados ou seus representantes e para as autoridades competentes.

9.4 Das responsabilidades.

9.4.1 Do empregador:

- I. estabelecer, implementar e assegurar o cumprimento do PPRA como atividade permanente da empresa ou instituição.

9.4.2 Dos trabalhadores:

- I. colaborar e participar na implantação e execução do PPRA;
- II. seguir as orientações recebidas nos treinamentos oferecidos dentro do PPRA;
- III. informar ao seu superior hierárquico direto ocorrências que, a seu julgamento, possam implicar riscos à saúde dos trabalhadores.

9.5 Da informação.

9.5.1 Os trabalhadores interessados terão o direito de apresentar propostas e receber informações e orientações a fim de assegurar a proteção aos riscos ambientais identificados na execução do PPRA.

9.5.2 Os empregadores deverão informar os trabalhadores de maneira apropriada e suficiente sobre os riscos ambientais que possam originar-se nos locais de trabalho e sobre os meios disponíveis para prevenir ou limitar tais riscos e para proteger-se dos mesmos.

9.6 Das disposições finais.

9.6.1 Sempre que vários empregadores realizem simultaneamente atividades no mesmo local de trabalho terão o dever de executar ações integradas para aplicar as medidas previstas no PPRA visando a proteção de todos os trabalhadores expostos aos riscos ambientais gerados.

9.6.2 O conhecimento e a percepção que os trabalhadores têm do processo de trabalho e dos riscos ambientais presentes, incluindo os dados consignados no Mapa de Riscos, previsto na NR-5, deverão ser considerados para fins de planejamento e execução do PPRA em todas as suas fases.

9.6.3 O empregador deverá garantir que, na ocorrência de riscos ambientais nos locais de trabalho que coloquem em situação de grave e iminente risco um ou mais trabalhadores, os mesmos possam interromper de imediato as suas atividades, comunicando o fato ao superior hierárquico direto para as devidas providências

GLOSSÁRIO

Algumas definições foram extraídas do Glossário da Associação Brasileira das Indústrias Químicas – ABIQUIM, segundo as normas ISO 9000:2000, ISO 9001:2000, ISO 9004:2000, ISO 14001:1996, ISO 19011:2002, OHSAS 18001:1999 e OHSAS 18002:2000.

1. Amostrador Contínuo: Equipamento pneumático para a amostragem de água de poços no qual é utilizado sistema controlador de vazão.
2. Área Contaminada (AC): onde há comprovadamente contaminação, confirmada por caracterização analítica e que eventualmente pode causar danos e/ou riscos aos bens a proteger.
3. Área Potencialmente Contaminada (AP): área onde há histórico de atividades potencialmente contaminadoras, isto é, onde ocorre ou ocorreu manejo e/ou estocagem de compostos cujas características físico-químicas, biológicas e toxicológicas podem causar danos e/ou riscos aos bens a proteger.
4. Área Suspeita de Contaminação (AS): Área que durante a avaliação preliminar, foram observadas diversas características desde falhas no projeto, na construção, manutenção ou operação do empreendimento, até indícios ou constatação de vazamentos e outros, indicando a possível presença de contaminação no solo e nas águas subterrâneas e/ou em outros compartimentos do meio ambiente.
5. Atividade Potencialmente Contaminadora (APC): Área onde ocorre o manejo e armazenamento de compostos cujas características físico-químicas, biológicas e toxicológicas podem causar danos aos bens a proteger.
6. Avaliação de riscos: processo posterior ao da identificação de perigos, levando-se em consideração as medidas de controle e a metodologia para qualificar o risco quanto a consequência e probabilidade de ocorrência.

7. Bailer: Cilindro de aço inoxidável, teflon ou polietileno, com uma válvula de retenção na extremidade inferior, utilizado para amostrar água subterrânea em PM.
8. Bens a Proteger – a saúde e o bem-estar da população; a fauna e flora; a qualidade do solo, das águas e do ar; os interesses de proteção à natureza/paisagem; a ordenação territorial e planejamento regional e urbano; a segurança e a ordem pública.
9. Bentonita: Mineral de argila expansiva (montmorilonita sódica).
10. Branco de Campo: Quantidade de água purificada em um frasco de coleta, transportada até o local de coleta, manuseada como se fosse uma amostra e enviada ao laboratório para análise, com o objetivo de se identificar possíveis interferências causadas pelo ambiente.
11. Branco de Equipamento: Quantidade de água purificada que, após ser colocada em um equipamento de amostragem, é transferida para frascos de coleta, preservada e retornada ao laboratório para análise como uma amostra normal, a fim de verificar a eficiência do processo de descontaminação utilizado.
12. Calda: Material de baixa permeabilidade colocado no espaço anular entre o tubo de revestimento do furo e o tubo de revestimento, ou entre a parede do furo e o tubo de revestimento do furo e/ou tubo de revestimento, para manter o alinhamento dos tubos, e para prevenir o movimento da água subterrânea ou água da superfície pelo espaço anular.
13. Contaminação: Introdução no meio de organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou outros elementos, em concentrações que possam afetar a saúde humana ou o meio ambiente.
14. Dano: Lesão, doença, prejuízo à propriedade ou ser humano ou efeito adverso à integridade física de um organismo.
15. Descrição Litológica: Descrição das características do solo perfurado como cor, textura, composição mineralógica, estrutura, porosidade, contatos, entre outros.

16. Espaço anular: Espaço entre a parede do furo e um tubo, ou entre dois tubos concêntricos. Ele pode incluir o espaço entre um ou mais tubos instalados num único furo, concentricamente ou adjacentes um ao outro.
17. Fase Livre: Fase líquida não-aquosa, imiscível. Pode ser mais ou menos densa que a água.
18. Gestão: Atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização.
19. Identificação de perigos: processo de reconhecimento da existência de um perigo, de definição de suas características.
20. Lençol Freático: Superfície que delimita a zona saturada da não saturada, abaixo da qual a água subterrânea preenche todos os espaços porosos e permeáveis das rochas e/ou solos. O lençol freático tende a acompanhar a topografia e oscila, ao longo do ano, sendo rebaixado com o escoamento para nascentes ou elevado com a incorporação de água infiltrada da chuva e/ou de degelo.
21. Mangueira de Polietileno: Mangueira utilizada para amostragem acoplada a válvula de pé.
22. Perigo: Fonte, situação ou condição com potencial para provocar com potencial para causar danos às pessoas, à propriedade, ao meio ambiente ou a combinação desses.
23. PID ou FID: Monitores portáteis para verificação qualitativa em campo da eventual presença de compostos orgânicos voláteis (VOC) adsorvidos ao solo. Os equipamentos operam em geral a partir de oxidação catalítica.
24. Pluma de Contaminação: Área ocupada pelo poluente, contínua ou não, podendo estar disposta na forma de líquido ou vapor.
25. PM: Poço de Monitoramento: poço de pesquisa destinado à avaliação da qualidade das águas subterrâneas e medidas de carga hidráulica.
26. Pré-filtro: Areia quartzosa ou mistura de areia e cascalho limpos, de granulometria e graduação selecionados, que é instalada no espaço anular entre a parede do furo de sondagem e o tubo-filtro, estendendo-se a uma distância apropriada acima das ranhuras, com o propósito de reter e estabilizar as partículas da formação.

- 27.Procedimento: Forma especificada de executar uma atividade ou um processo.
- 28.Processo: Conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam insumos (entradas) em produtos ou serviços (saídas).
- 29.Receptor: Pessoas, estruturas, utilidades, águas superficiais e poços de suprimento de água que estejam ou possam ser afetados por um vazamento.
- 30.Réplica: Coleta de duas amostras em um mesmo ponto para verificação e análise dos resultados analíticos e avaliação dos fornecedores.
- 31.Risco: Expressa o resultado da combinação da probabilidade de ocorrência e da magnitude das perdas ou danos, isto é, consequência de um determinado perigo ou condição perigosa.
- 32.Saúde e Segurança no Trabalho (SST): Condições e fatores que afetam o bem-estar de funcionários, trabalhadores temporários, pessoal contratado, visitantes e qualquer outra pessoa no local de trabalho.
33. Segurança: Isenção de riscos inaceitáveis de danos.
34. Sistema de gestão: Série de elementos para estabelecer política, objetivos e dispositivos para atingir estes objetivos e melhorar continuamente.
- 35.Sonda Percursiva / Direct Push: O “direct push” consiste em um sistema de perfuração que empurra as ferramentas de sondagem para o interior do solo através de um martelo hidráulico. Trata-se em geral de uma máquina pequena, que combina sondagem à percussão a seco, com ferramentas de pequeno diâmetro, causando o menor distúrbio possível no solo. A coleta de amostras de solo em geral é realizada através de liners que preservam as amostras com baixo grau de deformidade e reduz significativamente a perda de possíveis voláteis adsorvidos ao solo. Um exemplo deste sistema é o Geoprobe.
- 36.Sondagem: Perfuração do terreno para caracterização litológica (geologia local), identificação da profundidade do nível d’água subterrânea, presença ou não de contaminação no solo ou água subterrânea e coleta de amostras de solo.

37. Trado: Instrumento de forma helicoidal ou concha, utilizado para realizar furos de sondagem e que funciona a tração humana. Tem limitações de profundidade e de resistência aos materiais perfurados. Por vezes torna-se necessária a utilização de revestimentos em aço e baldes esvaziadores para a perfuração.
38. Tubo-filtro: Tubo ranhurado com aberturas de largura, orientação e espaçamento uniformes, que retém o pré-filtro primário ou natural, por onde a água subterrânea flui para o interior do poço.
39. Tubo de revestimento: Tubo liso que se estende do tubo-filtro até a superfície do terreno ou acima deste.
40. Zona não saturada, zona vadosa ou zona de aeração: é o intervalo entre o nível d'água subterrâneo e a superfície do terreno, onde não há saturação de água entre os poros.
41. Zona saturada: É a zona em que os espaços intersticiais do solo estão preenchidos com água.