



## 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS

### PROPOSTA DE UMA ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM DE RISCOS AMBIENTAIS EM UMA INSTALAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS

Claudia Águas Chaves, Gilson Brito Alves Lima, D.Sc.

Mestrado Profissional em Sist. de Gestão /LATEC /UFF, Rua Passo da Pátria, 156/329-A, 24210-240 - Niterói RJ,  
[claudiachaves@chevrontexaco.com](mailto:claudiachaves@chevrontexaco.com), [gilson@latec.uff.br](mailto:gilson@latec.uff.br)

#### Resumo-

O desenvolvimento e crescimento de novos processos e postos de trabalho vem aumentando a conscientização da necessidade de elaboração e implementação de programas de Higiene e Segurança Ocupacionais que visem a preservação e a proteção da saúde do trabalhador.

Estes programas são constituídos das etapas de antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ambientais que existam ou tenham o potencial de existir no ambiente de trabalho. Devido a sua grande importância, este artigo objetiva propor estratégias para a realização da etapa de avaliação de riscos ambientais. Para que profissionais da área de Segurança e Higiene do Trabalho possam atingir a meta de redução de acidentes e doenças ocupacionais, é necessário analisar resultados obtidos em avaliações realizadas de forma correta, para então, determinar medidas de controle eficazes. Além disso, os passos da estratégia proposta foram aplicados a uma instalação de combustíveis, de modo a tornar os dados teóricos simples de serem colocados na prática.

Palavras-chave: Avaliações Quantitativas, Estratégia de Amostragem, Instalações de Combustível.

#### Abstract -

The growth and development of new industrial and manufacturing processes and job categories have increased the awareness of the need for developing and implementing occupational safety and hygiene programs that are aimed to preserve and protect worker health. These programs are composed of the phases of anticipating, recognizing, evaluating and controlling actual or potential risks in the work environment. Due to its great importance, this paper aims to propose strategies for executing the evaluation phase of workplace risks. So that professionals in the area of occupational safety and health may attain the goal of reducing accidents and occupational illnesses, is necessary to analyze the results obtained in evaluations performed in a correct manner, in order to identify effective control measures. In addition, the steps of this proposed strategy were applied to a petroleum fuel storage facility, in order to make the theoretical information simple to implement in practice.

Key- Words: Exposure Measurement, Sampling Strategy, Petroleum Storage Facilities

## I- Introdução

Com a crescente globalização e desenvolvimento de novos processos de trabalho surge cada vez mais, a necessidade da elaboração e implantação de programas que visem preservar a saúde e a segurança do trabalhador no seu local de trabalho.

Profissionais de áreas como Higiene, Segurança e Medicina do Trabalho são peças fundamentais neste processo, uma vez que são responsáveis pela elaboração, desenvolvimento, implantação e acompanhamento de medidas que visam reduzir os riscos existentes no ambiente de trabalho.

A Higiene do Trabalho, ou Higiene Industrial segundo Clayton (1973), é a ciência de proteção da saúde do trabalhador, através do controle do meio ambiente de trabalho.

A definição da American Industrial Hygiene Association (AIHA) para Higiene Industrial é a ciência e a arte dedicada a antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ambientais ou tensões surgidos no ou do local de trabalho, que possam causar doenças, danos à saúde e ao bem-estar, ou algum desconforto significativo entre os trabalhadores ou membros da comunidade (PLOG, 1988).

A Norma Regulamentadora NR-9, da Portaria do Ministério do Trabalho nº 25/94 utilizou como suporte a definição elaborada pela AIHA, e estabeleceu a obrigatoriedade da implantação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, que visa a preservação da saúde e a integridade dos trabalhadores, através da “antecipação, reconhecimento, avaliação e controle da ocorrência dos riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais”.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo propor estratégias para realização de programas de saúde e segurança ocupacionais, detalhando especificamente a etapa de avaliação de riscos ambientais em uma instalação de armazenamento de combustíveis líquidos. O estudo desta etapa, também denominada de amostragem de riscos, é fundamental para os profissionais de Segurança e Higiene do Trabalho uma vez que fornece os dados e informações necessárias ao estabelecimento de medidas eficientes de controle dos riscos ocupacionais.

## II - Instalação de Armazenamento de Combustíveis

Para um perfeito entendimento da estratégia proposta neste artigo, faz-se necessário a elaboração de uma breve descrição de uma instalação de armazenamento de combustíveis, também denominada de “base”. Uma base possui, em geral, os seguintes equipamentos e sistemas principais:

- Sistema de combate a incêndio,
- Reservatório de água,
- Tanque (s) de óleo diesel,
- Tanque (s) de álcool hidratado,
- Tanque (s) de álcool anidro,
- Tanque (s) de gasolina,
- Pátio de bombas para área de carregamento,
- Plataforma de carregamento com número variado de baias,
- Plataforma de aditivação,
- Área de descarga de caminhões-tanque,
- Pátio e bombas de descarga,
- Separador de água-óleo,
- Armazém (quando existente),
- Área de escritório,
- Laboratório,
- Desvio ferroviário para descarga de vagões-tanque (quando existente),
- Pier para descarga de balsas-tanque – Região Norte.

Pode -se descrever resumidamente as operações realizadas em uma base, da seguinte forma:

- Bombeio de combustível para os tanques de armazenamento, através de tubulações;
- Descarga de produto dos caminhões-tanque, dos vagões-tanque ou das balsas-tanque para os tanques armazenamento, nos locais em que não existem bombeio por tubulações;

- Bombeamento de combustível dos tanques de armazenagem, para as plataformas de carregamento de caminhão-tanque;
- Carregamento de produtos nos caminhões-tanque via braço articulado na plataforma;
- Carregamento de aditivos nos caminhões-tanque na plataforma de aditivação.

Basicamente os produtos armazenados nos tanques das bases são gasolina, álcool (anidro e hidratado) e diesel, podendo haver óleo escuro, querosene e óleo lubrificante. As funções operacionais existentes nas bases são denominadas de: operadores e motoristas, não sendo consideradas as funções administrativas, de segurança e de serviços gerais. Os operadores realizam as seguintes atividades principais:

- Verificação do carregamento dos caminhões-tanque,
- Medição de nível dos vagões-tanque,
- Verificação e orientação da descarga dos caminhões-tanque,
- Análise da qualidade dos produtos recebidos no laboratório,
- Controle da aditivação dos caminhões,
- Teste das bombas de incêndio, entre outras.

Os motoristas são responsáveis pelo carregamento e pela descarga dos caminhões-tanque. O carregamento acontece na plataforma de enchimento, onde o motorista fica localizado em cima do caminhão durante toda a etapa do carregamento.

A descarga acontece em uma área apropriada, onde o motorista engata os mangotes de descarga e fica localizado ao lado do caminhão, sem estar exposto aos vapores de combustíveis.

O supervisor da base gerencia todas as atividades de forma geral, localizando-se intermitentemente no escritório e na área de trabalho dos operadores e motoristas.

### **III - RECONHECIMENTO DOS RISCOS**

Antes de iniciar a descrição das estratégias de avaliação dos riscos existentes na instalação mencionada, vale destacar resumidamente alguns pontos da etapa que deve ser realizada anteriormente à amostragem dos riscos, uma vez que todas etapas fazem parte de um programa contínuo e uma depende do resultado da anterior.

O profissional de Higiene Industrial ou de Segurança do Trabalho precisa determinar a real necessidade de realização da amostragem através da análise preliminar do grau de risco a que o trabalhador está exposto, verificando a possibilidade de que a exposição a um determinado contaminante/ risco esteja acima do Limite de Tolerância. Este grau de risco vai depender da natureza do contaminante, do tipo e tempo de exposição, bem como, da susceptibilidade individual de cada trabalhador.

Para realização desta análise, o profissional coleta o maior número de dados e informações do local como: dados operacionais, auditorias anteriores, exames médicos, folhas de dados de segurança dos produtos utilizados, entrevistas com os trabalhadores e consulta a profissionais de áreas afins, para conhecer de maneira completa as tarefas realizadas pelos trabalhadores e os produtos manipulados pelos mesmos. Esta etapa é denominada de reconhecimento de riscos.

No caso da base de combustíveis, os riscos com maior possibilidade de possuírem um nível de exposição elevado são os riscos químicos – combustíveis e os riscos físicos – ruído.

Assim, após identificar os riscos que possuem potencial de apresentarem níveis de exposição elevados, é fundamental desenvolver uma estratégia para nortear e orientar a realização das avaliações quantitativas, e então confirmar a inexistência ou existência destes riscos.

Segundo a Fundação MAPFRE (1991), a elaboração da estratégia de amostragem leva primeiramente em consideração a disponibilidade dos equipamentos existentes para a amostragem, o tempo de amostragem para cada contaminante, a precisão dos procedimentos de análise e os dados sobre o número e atividades dos trabalhadores.

Para o Leidel et al. (1977), a definição da estratégia precisa levar em consideração fatores como disponibilidade e custo de equipamentos de amostragem; existência de laboratórios para análises; disponibilidade de pessoal treinado na coleta das amostras; conhecimento das diferenças nos níveis de exposição tanto em um mesmo dia, como em dias diferentes da semana; precisão, confiabilidade da amostragem e dos métodos de análise e o número de amostras necessárias para obtenção dos resultados desejados.

## IV – Descrição da Estratégia de Amostragem

Após serem considerados os itens mencionados anteriormente, recomenda-se o estabelecimento de uma estratégia de amostragem detalhada, com definições claras e objetivas de todos os passos necessários para a realização bem sucedida da medição dos riscos ambientais previamente identificados durante a etapa de reconhecimento.

A estratégia proposta está descrita em seis passos principais, contendo um embasamento teórico e uma parte prática referente às operações de uma base de combustíveis típica. Após a descrição destes passos, são apontados alguns pontos relevantes a serem considerados na elaboração da estratégia.

O primeiro passo proposto é a seleção dos trabalhadores ou das funções a serem avaliadas. A escolha deve recair sobre o trabalhador que se encontrar mais próximo da fonte do contaminante (LEIDEL et al., 1977).

No caso de uma base de combustíveis, as funções mais próximas das fontes dos vapores orgânicos são os motoristas e os operadores, ou seja, as atividades que envolvem diretamente a exposição a vapores de combustíveis são realizadas tanto por motoristas, como pelos operadores. Assim, estas são as duas funções a serem consideradas no processo de avaliação quantitativa proposto.

O segundo passo é a definição das técnicas de coleta. A amostragem pessoal, quando realizada adequadamente, propicia uma boa indicação da jornada de trabalho de um determinado trabalhador ou função – em todos os locais que o trabalhador estiver, seja em um intervalo de descanso, seja realizando quaisquer atividades durante a jornada, o amostrador pessoal estará coletando os dados reais de exposição (HERMANN et al., 1988). No caso da base, a amostragem pessoal é a melhor estratégia para dimensionar o nível de exposição aos vapores de combustíveis, nas diversas tarefas realizadas pelos operadores durante toda a sua jornada. Em relação aos motoristas, também a melhor alternativa é a amostragem pessoal de curta duração, durante a atividade de carregamento de caminhão-tanque.

O terceiro passo, é a identificação do local de coleta da amostra. Como foi feita a opção pela amostragem pessoal no passo 2, o local de fixação dos amostradores pessoais é na zona de respiração dos trabalhadores. Na base de combustíveis, os tubos de carvão ativado e os monitores passivos por são colocados na lapela da camisa de motoristas e operadores.

O quarto passo é a determinação da melhor época do ano para realização da coleta de amostras. Os resultados obtidos nas avaliações podem sofrer variações significativas em função do clima – temperatura, umidade relativa e ocorrência de chuvas. No caso dos vapores orgânicos, a melhor escolha recai em uma estação onde as temperaturas sejam mais altas. Isto porque o combustível terá uma maior vaporização e a concentração do contaminante será mais elevada.

O quinto passo é determinação da duração da amostragem. As melhores opções a serem escolhidas são aquelas que cobrem toda a jornada de trabalho (8 horas), e aquelas que cobrem 15 minutos. O limite estabelecido pela legislação para 8 horas é a concentração máxima a que a maioria dos trabalhadores pode estar repetidamente exposta, sem sofrer efeitos adversos à saúde e o limite estabelecido na legislação para 15 minutos é um valor suplementar ao limite de 8 horas, nos casos onde são conhecidos efeitos tóxicos agudos, mas cuja toxicidade é de natureza crônica (SALIBA, 2000, p.65). No caso do operador da base que exerce atividades diversas durante todo o dia, é necessário a fixação de um monitor passivo específico para a medição de vapores orgânicos durante toda a jornada. Medem-se ainda, as atividades de alto risco de exposição - medição de tanques de armazenamento e de vagão-tanque, com a utilização de bombas gravimétricas e tubos de carvão ativado, durante 15 minutos. Para aos motoristas, devido a duração do carregamento de um caminhão ter duração variando de 13 a 25 minutos, a melhor opção é a medição de 15 minutos, com a utilização de bombas gravimétricas e tubos de carvão ativado. Os métodos para utilização destes equipamentos são definidos pela National Institute for Occupational Safety and Health (NISOHI).

Neste quinto passo, vale ainda ressaltar que é importante definir o número de dias a ser utilizado para realização das medições. Em uma base, a movimentação de combustíveis pode variar de maneira significativa tanto durante o mesmo dia - maior no início da manhã, como durante a mesma semana - maior no início e no final da semana.

Caso seja definido apenas um dia de medição, deve ser escolhido o dia de maior movimentação, para que os resultados sejam representativos do pior caso. Entretanto, a melhor estratégia é escolher três dias consecutivos de uma semana, para que possa ser feita uma avaliação mais abrangente, levando em consideração as flutuações na concentração dos contaminantes amostrados. Outros fatores que mostram a necessidade da realização de mais de um dia de medições são as possíveis ocorrências de falhas nos equipamentos de medição, erros de coleta do próprio profissional que realiza as medições, erros de calibração do equipamento, etc.

O sexto passo é a determinação do número de amostras a serem coletadas. O número vai depender do objetivo da amostragem, ou seja, da reprodutibilidade, sensibilidade, confiabilidade e do nível de precisão desejados para os resultados. Em relação a função dos motoristas, um carregamento de caminhão-tanque pode levar a níveis de exposições muito diferentes, dependendo da posição em que o motorista se localize em relação a direção do vento. Assim, é importante realizar, durante o dia, no mínimo 6 medições de curta duração (MAULHASSEN, 1998), considerando os casos mais críticos e representativos, ou seja, horário do dia onde as temperaturas são mais elevadas, motoristas que carregamento do maior volume de gasolina – produto muito volátil. Com relação aos operadores, como trabalham em várias áreas da base durante a jornada, é recomendável conforme já mencionado anteriormente, utilizar monitores passivos pessoais para obtenção de um resultado que considere o acúmulo da exposição a fontes variadas de vapores orgânicos. Ainda, precisam ser coletadas amostras de curta duração, para as atividades de medição de nível de tanques de armazenamento e de vagões-tanque.

No caso da medição dos níveis de ruído, a determinação dos seis passos anteriores é bem mais simples. Para trabalhadores que realizam tarefas diversas durante o dia, com pequena exposição a ruído e originárias de fontes diversas, utiliza-se equipamentos que calculam a dose de ruído durante toda a jornada de trabalho, ou seja, utiliza-se um dosímetro de ruído, com o microfone colocado no ombro do trabalhador. Somente é utilizado o medidor de pressão sonora, para medição de ruídos pontuais, sendo medições tiradas diretamente da fonte do ruído, sem a fixação do equipamento no trabalhador. Para o caso dos motoristas, o ruído não é considerado como um fator com potencial de risco. Em relação aos operadores é o dosímetro usado durante toda a jornada de trabalho.

Estes seis passos constituem as principais etapas da estratégia de avaliação de riscos ambientais. No entanto, outros detalhes são relevantes para elaboração de uma estratégia de sucesso.

É importante destacar que o fato de serem propostas a realização de medições com auxílio de amostradores pessoais durante toda a jornada, isto não significa que o profissional responsável pela coleta precisa estar no local apenas no início e no fim da jornada. O acompanhamento constante de um profissional experiente, durante a realização das medições, é de fundamental importância uma vez que podem ocorrer erros que acarretam em falsos resultados. No caso da base, alguns destes erros são ocorrências de respingos de combustível ou água no monitor passivo, mudanças no tempo - com chuvas e ventos - fazendo com que os trabalhadores cubram os monitores com capas protetoras, queda do microfone do dosímetro de ruído, entre outros.

Uma palestra de esclarecimento no início da realização das avaliações pode ser dada para explicar aos trabalhadores o objetivo das medições, a forma de utilização dos equipamentos, com retirada dos mesmos para o almoço e recolocação antes do início de quaisquer tarefas, etc.

A preparação dos equipamentos e do material de medição precisa ser feita antes do início dos trabalhos. Podem ser citados como itens importantes desta preparação: a aferição e calibração de todos os equipamentos, a compra do material para armazenamento e transporte das amostras coletadas e ainda, a elaboração de formulários e etiquetas para acompanhamento, identificação e registro dos dados e amostras.

A coleta de um monitor de referência, para cada dia de amostragem, permite a identificação da ocorrência de algum problema no transporte das amostras ou algum erro de análise cometido pelo laboratório. Este monitor consiste do envio ao laboratório, de um amostrador em branco, sem estar exposto a nenhum contaminante, devendo ser aberto e fechado dentro do escritório e identificado como uma amostra comum: com um nome e período de amostragem de um trabalhador fictício. O resultado referente ao monitor de referência deve apresentar concentração muito pequena – próxima do limite mínimo de detecção do equipamento de análise, uma vez que não foi exposto a nenhum risco químico.

O transporte correto das amostras também é uma etapa importante na obtenção de resultados confiáveis. As amostras precisam ser transportadas e armazenadas com refrigeração, e embaladas em um recipiente apropriado.

A próxima etapa após a realização do processo de avaliação quantitativa dos riscos ambientais é a interpretação dos resultados obtidos. Para isso, precisa ser estabelecido um padrão de referência ou padrão de comparação, uma vez que é praticamente impossível objetivar níveis de exposição iguais a zero. Estes padrões são buscados na legislação interna do país – Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho ou na falta destas, na legislação internacional - American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

Além deste padrão de referência, precisam ser considerados, através de entrevistas e de consulta a exames médicos, fatores relacionados com a susceptibilidade individual de cada trabalhador. Durante o período de coleta de amostras, podem ser feitos questionamentos aos operadores e motoristas a respeito de possíveis sintomas ou doenças passadas relacionadas com a exposição a vapores orgânicos, ou podem ser solicitadas sugestões para minimização de algum desconforto relacionado com a exposição, etc. Através deste levantamento, podem ser adquiridos subsídios diretamente dos trabalhadores, para desenvolver e implementar medidas de controle que possam ser adequadas ao local de trabalho avaliado.

## V - Conclusão

Foi possível observar que a determinação prévia de uma estratégia de amostragem é essencial para obtenção de resultados confiáveis e representativos. Uma avaliação quantitativa, principalmente no que se refere a contaminantes químicos, não é uma tarefa simples que possa ser feita sem a presença de um profissional habilitado e experiente.

Um programa de Higiene do Trabalho que realmente vise a melhoria contínua das condições do ambiente no qual os trabalhadores realizam suas tarefas, precisa ser desenvolvido com base em estratégias bem definidas de coleta de dados.

O exemplo proposto teve como objetivo mostrar aos profissionais da área a necessidade de ser levado em consideração, todos os detalhes possíveis antes do início das medições; seja para a coleta de amostras em uma base de combustíveis, seja em outra instalação qualquer. De pouco vale uma amostragem realizada sem critérios, sem base técnica pois os resultados obtidos levarão a determinação de medidas de controle ineficientes e ineficazes.

Os estudos e trabalhos no campo da Higiene e da Segurança do Trabalho precisam ser constantemente ampliados e atualizados. Novas estratégias devem ser desenvolvidas para todas as etapas que constituem os programas de saúde ocupacional, ou seja, antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ambientais.

No Brasil, a área de segurança e Higiene do Trabalho precisa ainda crescer muito. Os esforços de empregadores, do governo e dos próprios trabalhadores precisam estar voltados para constante busca da prevenção de acidentes e doenças ocupacionais e para a manutenção da qualidade de vida nos ambientes de trabalho.

## VI – Referências Bibliográficas

PLOG, Bárbara A. *Fundamentals of Industrial Hygiene*. Chicago: National Safety Council, 1988.

SALIBA, Tuffi M. et al. *Manual Prático de Avaliação e Controle de Gases e Vapores - PPRA*. São Paulo: LTr, 2000.

LEIDEL, Nelson A. et al. *Occupational Exposure Sampling Strategy Manual*. Cincinnati: NIOSHI, 1977.

FUNDACIÓN MAPFRE. *Manual de Higiene Industrial*. Madrid: Editorial MAPFRE, 1991.

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). *2000 TLVs and BEIs*. Cincinnati: ACGIH, 2000.

CLAYTON, George D. *The Industrial Environment- its Evaluation and Control*. Washington: NIOSHI, 1973.

ARAÚJO, Giovanni M. *Normas Regulamentadoras Comentadas*. 3 “ed.” Rio de Janeiro: Giovanni Moraes de Araújo, 1977.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPACIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). *Manual of Analytical Methods*. 4ª. “ed.” Washington: NIOSHI, 1997.

MULHAUSEN, J. R et al. *Assessing and Managing Occupational Exposures*. Fairfax: American Industrial Hygiene Association Press, 1998.