

LEONARDO BORGES MEDINA COELI

SAMUEL INÁCIO DA SILVA

JOSÉ LUCAS DE FREITAS NETO

AVALIAÇÃO DE BENZENO NO CENTRO DE PESQUISAS E
DESENVOLVIMENTO LEOPOLDO AMÉRICO MIGUEZ DE MELLO

Monografia apresentada no Curso de Pós-Graduação de
Higiene Ocupacional à Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do grau de especialista.

Área de Concentração: Higiene Ocupacional

São Paulo

2005

LEONARDO BORGES MEDINA COELI
SAMUEL INÁCIO DA SILVA
JOSÉ LUCAS DE FREITAS NETO

AVALIAÇÃO DE BENZENO NO CENTRO DE PESQUISAS E
DESENVOLVIMENTO LEOPOLDO AMÉRICO MIGUEZ DE MELLO

Monografia apresentada no Curso de Pós-Graduação de
Higiene Ocupacional à Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do grau de especialista.

São Paulo
2005

FICHA CATALOGRÁFICA

Coeli, Leonardo Borges Medina

**Reconhecimento, Avaliação e Controle de Benzeno
no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo
Américo Miguez de Mello**

/ S.I.Silva., J.L.F. Neto, L.B.M.Coeli. -- São Paulo, 2005.

72 páginas

**Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional). Es-
cola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de
Educação Continuada em Engenharia.**

**1.Higiene e segurança industrial 2.Riscos ocupacionais (A-
valiação) 3.Laboratórios I.Coeli, Leonardo Borges Medina
II.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de
Educação Continuada em Engenharia IV.t.**

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos pais, esposas e filhos, com os quais em vários momentos desses anos, não podemos estar presentes como gostaríamos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio recebido pelos trabalhadores da gerência de Tecnologia de Processamento e Avaliação de Petróleos - TPAP do CENPES, que nos permitiram a realização desse trabalho, fornecendo os dados e as informações relevantes. Por fim, um agradecimento mais do que especial aos nossos pais que sempre nos apoiaram em tudo e sem os quais esse trabalho não seria possível e às nossas esposas que sempre estiveram aos nossos lados.

RESUMO

A Indústria do Petróleo é de uma complexidade tamanha, que grande parte dos riscos existentes nos ambientes de trabalho também estão presentes neste ramo industrial, sejam eles físicos, químicos e biológicos. O hidrocarboneto aromático benzeno é um importante composto industrial participante de inúmeros processos, sendo hoje indispensável a diversas atividades industriais. A exposição a este agente químico encontra-se, hoje, disseminada a populações do entorno de indústrias petroquímicas, aos trabalhadores dessas indústrias e também à população em geral, expostos à poluição nos grandes centros urbanos, assim como aos expostos a acidentes industriais, como o recente ocorrido em refinaria na China. O atual trabalho tem como objetivo demonstrar o controle de situações de não conformidade em laboratórios da TPAP, no ano de 2004. Tais avaliações identificaram, em um dia típico, a presença de sobre-exposição ao VRT para cada GHE nos laboratórios 403/5/7/9 e 410. Tais avaliações identificaram em um dia típico de trabalho, a presença de sobre-exposições em um trabalhador do laboratório 410 e outro do laboratório 403/5/7/9. Após tais identificações, foram utilizadas medidas de controle em Higiene Industrial (mitigação, correção e prevenção), com ações para retorno à operação e análise de causas físicas, humanas e sistêmicas. Após as ações corretivas de revisão de processos, revisão de equipamentos de proteção coletiva (capelas e coifas) e de proteção individual, sua eficiência pôde ser comprovada por meio de reavaliações quantitativas de benzeno para os respectivos GHE, concluindo-se que as ações de controle se demonstraram eficazes, uma vez que os valores das concentrações de benzeno reavaliadas, foram da ordem de patês por bilhão - ppb, dentro dos padrões aceitáveis, ocasionando assim um maior conforto e tranquilidade aos trabalhadores expostos.

ABSTRACT

The Oil Industry is so complex that most of the existent hazards in the workplace are also included in this field, such as physical, chemical and biological risks. The aromatic hydrocarbon benzene is an important industrial compound, which makes part of several processes, actually being essential to several industrial activities. The exposure to this chemical risk is actually disseminated to the populations who live near the petrochemical industries, workers of these companies, and also the population in general, exposed to pollution in big cities, as well as industrial accidents, as the recent one occurred in a China refinery. This present work has the aim to demonstrate the control of situations of no conformity in two laboratories of management TPAP, in 2004. Such evaluations identified, in a typical day of work, the presence of over exposition to VRT to each GHE in the laboratories 403/5/7/9 and 410. After such identifications, we applied safety control measures related to Occupational Hygiene, such as mitigation, correction and prevention, with actions to return to operation and analysis of causes. After reviewing the processes, collective protection equipments (hoods) and individual protection equipment, its efficiency could be proved by benzene quantitative evaluations to both GHE, concluding that the control actions were efficient, so that the new values of benzene concentrations were parts per billion, what is conform to the VRT, thus promoting tranquility to the exposed workforce.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Apresentação do Tema ou Contextualização	1
1.2 Objetivo	4
1.3 Justificativas	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 Aspectos Toxicológicos do Benzeno	5
2.1.1 Definição	5
2.1.2 Toxicocinética	5
2.1.3 Toxicodinâmica	6
2.1.4 Quadro clínico da intoxicação	8
2.1.4.1 Intoxicações agudas	8
2.1.4.2 Intoxicações crônicas	8
2.5 Monitoração Biológica	9
2.6 Vantagens do Controle Biológico	10
2.7 Higiene Ocupacional	11
2.7.1 Antecipação de Riscos Ambientais	11
2.7.2 Elaboração de Análise Preliminar de Riscos voltada à Higiene Ocupacional (APR-HO) – Procedimento Petrobras13	12

2.7.3	Metodologia de Aplicação da APR-HO18	13
2.8	Grupos Homogêneos de Exposição – G20HE	18
2.9	Caracterização e Determinação do Exposto 21de Maior Risco (EMR) – Procedimento Petrobras	20
2.10	Tipos de Amostras de Agentes Ambientais	21
2.11	Formas Amostrais em Higiene Ocupacional e sua Utilização Segundo o Tipo de Limite de Exposição	21
2.12	Monitorização da Exposição Ocupacional	23
2.13	Interpretação dos Resultados	27
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1	Descrição dos Laboratórios	28
3.2	Caracterização dos Laboratórios	28
3.2.1	Laboratório de Inorgânicos Pesados (Radial 4/Lab. 410)	28
3.2.2	Laboratório de Processos para Valoração de Petróleo (Radial 4/Lab. 403/5/7/9)	29
3.3	Caracterização da Atividade de Limpeza de Vidrarias	29
3.3.1	Materiais Utilizados	29
3.3.2	Produtos Químicos	29
3.3.3	Procedimento	29
3.3.6	Descrição dos GHE	30
3.3.7	Metodologia de Desenvolvimento	30
3.3.8	Estratégia de Amostragem	31
3.3.9	Método	32
3.3.9.1	Principais parâmetros do método NIOSH 1501	33
3.3.10	Instalação dos Equipamentos	33
3.3.11	Posicionamento do Amostrador	33
3.3.12	Bomba Gravimétrica	33

3.3.13	Calibrador	34
4.	RESULTADOS	37
4.1	Critério Adotado para interpretação dos resultados	37
4.2	Interpretação dos resultados	37
5.	Discussão	45
6.	Conclusão	49
7.	Pós texto	52
7.1	Mapa de localização do CENPES e foto de vista aérea	53
7.2	Ficha de segurança do benzeno	54
7.3	Glossário	58

LISTA DE FIGURAS			
Figuras			
Figura	1	Modelo de uma APR-HO.	14
Figura	2	Tipo de Amostra x Período de Verificação do LE	22
Figura	3	Desenho da Bomba gravimétrica	34
Figura	4	Desenho do Calibrador de Vazão da Bomba Gravimétrica	34
Fotos			
Foto	1	Atividade de lavagem de vidrarias com querosene	40
Foto	2	Uso de EPI e EPC (capela), na lavagem de vidrarias	41
Foto	3	Pia de lavagem de vidrarias	41
Foto	4	Estufa	44
Foto	5	Estufa com exaustão	44
Gráficos			
Gráfico	1	Intervalos de Confiança - Lab. 410	39
Gráfico	2	Intervalos de Confiança – Lab. 403/405/407/409	43
Tabelas			
Tabela	I	Lista de Agentes Físicos, Químicos e Biológicos.	13
Tabela	II	Seleção de Categorias de Risco.	16
Tabela	III	Regras de Decisão para Priorização do Estudo do GHE e Medidas Iniciais de Controle dos Riscos	17
Tabela	IV	Tipos de Medidas de Controle.	18
Tabela	V	Dados da Bomba Gravimétrica	33
Tabela	VI	Dados do EPI de Proteção Respiratória	35
Tabela	VII	Dados do EPI de Proteção Visual e Facial	36
Tabela	VIII	Dados do EPI para Membros Superiores	36
Tabela	IX	Dados do EPI para Membros Inferiores	36
Tabela	X	Avaliações de benzeno – Lab. 410	38
Tabela	XI	Tratamento Estatístico das Avaliações de Benzeno	39
Tabela	XII	Avaliações de benzeno – Lab. 403/5/7/9	42
Tabela	XIII	Tratamento estatísticos das avaliações de benzeno	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CENDES	– Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello
PPRA	– Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PDAB	– Planejamento e Desenvolvimento de Abastecimento
ACGIH	– American Conference Of Governmental Industrial Hygienists
TWA	– Time Weighted Average
NIOSH	– National Institute for Occupational Safety and Health
OSHA	– Occupational Safety and Health Administration
CCE	– Comissão da Comunidade Européia
TLV	– Threshold Limit Value
Cn	– Concentração
Tn	– Tempo
IBE	– Indicador Biológico de Exposição
IBMP	– Índice Biológico Máximo Permitido
MTE	– Ministério do Trabalho e Emprego
GHE	– Grupo Homogêneo de Exposição
EMR	– Exposto de Maior Risco
IN	– Instrução Normativa
NR	– Norma Regulamentadora
EPC	– Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	– Equipamento de Proteção Individual
CA	– Certificado de Aprovação
NA	– Nível de Ação
LT	– Limite de Tolerância
LSC	– Limite Superior de Confiança
LIC	– Limite Inferior de Confiança
FUNDACENTRO	– Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
MS	– Ministério da Saúde

VRT-MTP	- Valor de Referência Tecnológica – Média Ponderada no Tempo
	- Grupo de Representantes dos Trabalhadores do Benzeno
CMP1	Concentração Média Ponderada no Tempo
IARC	- International Agency for Research on Cancer
AIHA	American Industrial Hygiene Association
Petrobras	Petróleo Brasileiro S/A
APR-HO	Avaliação Preliminar de Riscos da Higiene Ocupacional
TPAP	- Tecnologia de Processamento e Avaliação de Petróleos
IN/95	- Instrução Normativa nº 1 de 20/12/1995
ppm	- Partes por milhão
ppb	- Partes por bilhão

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema ou Contextualização.

Atualmente, observamos uma grande ampliação da utilização de hidrocarbonetos, graxas e óleos, em diversas atividades como as de manutenção, presente em quase todos os campos da economia, como usinas, siderurgias, mineração, construção, transportes, logística, refinarias, etc. Todos estes processos podem apresentar falhas, e o que garante a operacionalidade é a manutenção. Em vários destes processos, o uso de solventes é obrigatório, sendo que os compostos alifáticos podem também conter o benzeno, fato verificado em avaliações quantitativas de Benzeno-Tolueno-Xileno (BTX) nos mesmos, demonstrando que a exposição a este composto pode ser muito maior do que o conhecido.

A literatura científica internacional cita o primeiro caso de exposição aguda ao benzeno no século XIX. Vários autores descreveram os casos de leucopenia, anemia e, posteriormente, leucemia, no século XX, devido a exposição ao benzeno. Em seguida outros efeitos como os citogenéticos e alterações cromossômicas também foram descritos.

A literatura científica brasileira registra publicações, alertando para o risco da exposição ocupacional ao benzeno desde os anos 40 (Wakamatsu, 1976), entretanto a preocupação com a exposição se iniciou nacionalmente, de forma mais organizada, nos primeiros anos da década de 1970, quando da regulamentação e implantação dos cursos de formação dos profissionais dos Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho – SESMT.

Em 1978, com a publicação da Portaria nº 3214 pelo Ministério do Trabalho e Emprego - MTE, a preocupação envolvendo a exposição ao benzeno assumiu uma nova qualidade, inserindo um outro entendimento para avaliação e controle dos agentes agressivos, embasado nos conhecimentos científicos de que se dispunham na época.

Em 1981, a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO desenvolveu um projeto para análise do benzeno em

solventes e produtos acabados, fornecendo subsídios para a publicação, no ano seguinte, da Portaria Interministerial nº 3 - MTE e Ministério da Saúde - MS, que determinou o valor de 1% em volume de benzeno, como limite máximo da contaminação em produtos acabados.

Em 1983, o Sindicato dos Trabalhadores Metalúrgicos de Santos (SP) denunciou a existência de diversos casos de leucopenia, por exposição ao benzeno em trabalhadores da Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA, em Cubatão-SP. No ano seguinte, o Sindicato dos Trabalhadores da Construção Civil de Santos-SP comprovou também a ocorrência da intoxicação em trabalhadores de manutenção e montagem industrial.

As denúncias assumiram repercussão nacional, gerando, entre 1983 e 1992, o afastamento de cerca de dois mil trabalhadores em Cubatão, o que levou a Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo a incluir as alterações hematológicas por exposição ao benzeno, no sistema de vigilância epidemiológica da região.

As identificações dos casos de intoxicação por benzeno levaram as entidades à organização de eventos como o “Seminário sobre Toxicologia do Benzeno – Riscos e Meios de Controle” (42º aniversário da Associação Brasileira de Prevenção de Acidentes (ABPA) – maio/83, o “Simpósio de Leucopenia” em São Roque – SP em 1987, o “Seminário Nacional sobre Exposição ao Benzeno, em 1988, promovido pela FUNDACENTRO e em 1993 o “Seminário Nacional sobre exposição ao Benzeno e outros mielotóxicos” em Belo Horizonte – MG, onde se recomendou uma revisão da legislação sobre Benzeno aos ministérios envolvidos, tendo como primeiro resultado a Norma Técnica sobre intoxicação ao Benzeno do Instituto Nacional de Seguridade Social - INSS no mesmo ano.

Nos primeiros anos da década de 1990, destacaram-se as ações de caráter interinstitucional, que ocorreram em diversos estados brasileiros (SP, MG, BA, RS e ES), objetivando normatizar, em nível regional, critérios de diagnóstico, tratamento, afastamento e medidas de controle da exposição ao benzeno.

Em 10/03/94 foi publicada a portaria nº 03 do M.T.E, onde se tem o

reconhecimento do Benzeno como substância cancerígena, devendo portanto não ocorrer exposição ocupacional.

As negociações evoluíram para a formação de Grupo Técnico Tripartite, e após questionamentos de sua composição, nova comissão foi estabelecida pela Portaria nº 10 de 08/09/94, constituída por representantes do governo, dos trabalhadores e empregadores. Em 1995 essa comissão tripartite elaborou quatro documentos: um acordo estabelecendo competências aos órgãos envolvidos, empresas e trabalhadores, criando a Comissão Nacional Permanente do Benzeno (CNPBz) e o Grupo de Representantes dos Trabalhadores do Benzeno (GTB), uma legislação que estabelece os Valores de Referência Tecnológica – Média Ponderada no Tempo (VRT-MTP) e as Instruções Normativas de Avaliação Ambiental e de Vigilância à Saúde do Trabalhador(Anexo), que foram entregues ao M.T.E.

Em seguida, diversas ações foram negociadas e realizadas e outras continuam sendo discutidas. Algumas ações foram: proibição do uso do Benzeno na produção de álcool anidro, estabelecimento do Indicador Biológico de Exposição (IBE), publicação da Norma do MS, sobre Vigilância da Saúde dos Trabalhadores, organização de encontros de GTB, mudanças na sua composição, elaboração de material didático, etc.

Recentemente foram publicadas duas portarias sendo a Interministerial nº 775 que “Proíbe a comercialização de produtos acabados que contenham Benzeno em sua composição, admitindo, porém, alguns percentuais” e a nº 776 / GM que “Dispõe sobre a regulamentação dos procedimentos relativos à vigilância à saúde dos trabalhadores expostos ao benzeno e dá outras providências”.

1.2 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é o de apresentar o modo de controle das situações de não-conformidade, no tocante a avaliação da exposição ocupacional dos auxiliares de apoio operacional dos laboratórios 403 à 409 e 410 da gerência TPAP, quando da realização da atividade de lavagem de vidrarias, com compostos químicos que possuem correntes de benzeno acima de 1% em volume.

Situação de não-conformidade, para os fins deste trabalho, significa toda e qualquer avaliação quantitativa de benzeno com o valor de Concentração Média Ponderada no Tempo – CMPT superior ao Valor de Referência Tecnológico – VRT, ou o conjunto das cinco avaliações com um Índice de Julgamento superior a 1.

1.3 Justificativas

A justificativa para esta monografia deveu-se a necessidade de verificar a eficácia das ações de controle realizadas para minimizar e/ou eliminar a exposição ao benzeno.

Medições de controle têm por finalidade a investigação da presença de benzeno e podem ser muito úteis para o planejamento dos métodos de trabalho. Seus objetivos são:

- identificar e caracterizar as fontes contaminantes;
- localizar pontos críticos em recintos ou sistemas fechados;
- determinar as vias de propagação no meio ambiente de trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo fornece o embasamento teórico contido nas diversas legislações sobre o benzeno, principalmente as de maior interesse ao trabalho. Dentre elas são destaque as que abordam os conceitos, efeitos, controle, procedimentos de avaliação e limites legais. Para isto utilizou-se de pesquisa bibliográfica e pesquisa na Internet.

Logo se conclui que, em função da gravidade desta substância aos trabalhadores, é necessário a definição clara de objetivos, metas e prioridades, assim como o conhecimento da exposição dos trabalhadores.

2.1 Aspectos Toxicológicos do Benzeno

2.1.1 Definição

O benzeno é um hidrocarboneto aromático que se apresenta como um líquido incolor, lipossolúvel, volátil a temperatura ambiente, altamente inflamável, de odor característico e de fórmula química C_6H_6 .

2.1.2 Toxicocinética

Toxicocinética é o caminho percorrido pela substância química, desde a sua penetração no organismo, até a sua eliminação, tratando dos processos ou fases endógenas, conforme descritos a seguir:

Em torno de 50 a 90% do benzeno inalado pode ser absorvido, sendo que deste total absorvido, 10 a 50% são eliminados de forma inalterada pelos pulmões e 34% são eliminados pela urina, após biotransformação em maior proporção no fígado, em metabólitos solúveis em água, como fenol (30%), a hidroquinona (1%) e o catecol (3%), que são conjugados com a glicina e o ácido glucurônico.

A formação de metabólitos não fenólicos, embora quantitativamente menos significativa, vem ganhando importância toxicológica, em função da necessidade de serem avaliados novos indicadores biológicos para a monitoração da exposição ocupacional ao solvente e das evidências da possível ação tóxica, provocadas por alguns deles.

Assim, o benzeno epóxido, que é uma substância altamente reativa, formada

através das reações de oxidação (principal via metabólica da biotransformação do benzeno), pode conjugar-se com a glutatona, formando o ácido fenil mercaptúrico e o benzeno diidridiol pode sofrer quebra do anel aromático, formando aldeído trans, trans-mucônico e posteriormente o ácido trans, trans-mucônico.

A eliminação do benzeno inalterado no ar exalado pode ser dividida em três fases, sendo uma fase muito rápida que ocorre de 2 a 3 horas após a exposição, provindo da fração do benzeno dissolvida no sangue, outra fase intermediária, no período de 3 a 7 horas, onde o benzeno provém dos demais tecidos, exceto do gorduroso e finalmente a fase lenta, período de 30 horas, quando o benzeno provém do tecido gorduroso. Entretanto, a maior parte do benzeno absorvido é biotransformada e é excretada, conjugada com sulfatos e/ou ácido glicurônico, através da urina. A proporção de metabólitos na urina depende de fatores individuais e do tipo de exposição. Em exposições ocupacionais, observa-se a excreção média de 15 a 25% de fenol urinário, 4% de hidroquinona e catecol, 1,5% de ácido fenilmercaptúrico e 2% de ácido trans, trans-mucônico, sendo detectado somente entre 0,1 a 0,3% de benzeno inalterado na urina.

O fenol é o principal metabólito urinário do benzeno e sua excreção ocorre em duas fases, a primeira 4 horas e meia após o final da exposição e a segunda 24 horas após o término da exposição.

2.1.3. Toxicodinâmica:

É o estudo dos mecanismos de ação tóxica das substâncias químicas, bem como do dano, da lesão ou doença que eles produzem, após a interação com o organismo. A intoxicação manifesta-se por um conjunto de sinais e sintomas.

A exposição aguda ao benzeno causa depressão do sistema nervoso central, com sintomatologia neurológica, devido ao seu tropismo. A intoxicação crônica causa depressão da medula óssea e está relacionada com o desenvolvimento de alterações hematológicas. A leucopenia com neutropenia corresponde a principal repercussão hematológica de hipoplasia secundária ao benzeno, e, em menor frequência, a plaquetopenia isolada ou associada a neutropenia.

A exposição a níveis de 20.000 ppm é fatal em cinco minutos e concentrações de 7.500 ppm também podem ser fatais em 30 minutos. Concentrações de 3.000 ppm causam irritação nos olhos e trato respiratório e a exposição continuada causa

euforia, náuseas, marcha cambaleante e coma.

Níveis de 250 a 500 ppm produzem vertigem, sonolência, náuseas e cefaléia. A exposição a 25 ppm por oito horas não causa efeito agudo. O contato direto do líquido com a pele pode causar eritema e formação de vesículas e o contato repetido ou prolongado pode torná-la seca e com descamação, propiciando a aparecimento de infecções secundárias.

O efeito tóxico mais significativo é o causado pela exposição crônica – a lesão insidiosa e, às vezes, irreversível da medula óssea e o desenvolvimento de leucemias.

Desde o século XIX existem estudos sobre efeitos da exposição repetida ao benzeno, principalmente sobre a formação do sangue de trabalhadores expostos, sendo primariamente a anemia e a leucopenia os alvos da atenção.

Em estudos realizados em trabalhadores cuja exposição variou de 75 ppm a 1.300 ppm, os efeitos hematológicos incluíram policitemia ou anemia, leucopenia ou leucocitose, com alterações sugestivas de leucemia, eosinofilia, megalocitose ou macrocitose e células sanguíneas imaturas.

A partir da redução dos níveis de exposição ocupacional ao benzeno, o estudo dos efeitos mudou do enfoque clínico-laboratorial das alterações hematológicas, indicadores de depressão da medula óssea (aplasia de medula), para os estudos epidemiológicos sobre a mortalidade de trabalhadores expostos, visando detectar a ocorrência excessiva de outras doenças hematológicas graves, principalmente leucemias.

A clínica da exposição crônica a baixas concentrações de benzeno produz inicialmente efeito estimulante sobre a medula óssea, que é seguido de aplasia e degeneração gordurosa. Ocorre um aumento seguido da diminuição de eritrócitos, leucócitos e plaquetas no sangue com progressão para anemia, leucopenia e/ou trombocitopenia. Se a pancitopenia ocorre e a medula é substituída por tecido gorduroso, está instalada a anemia aplásica ou aplasia de medula, correspondendo a depressão de todas linhagens hematológicas. Este mecanismo parece envolver a ação de metabólitos do benzeno sobre células progenitoras da medula óssea.

Os efeitos hematotóxicos mais importantes, como a anemia aplásica, historicamente estiveram associados à exposição em níveis extremamente elevados – 200 a 400 ppm em estudos italianos, 150 a 200 ppm em estudos turcos e 30 a 450

ppm em estudos chineses. Estudos realizados a partir da década de 1970 atribuem ao benzeno outros efeitos hematotóxicos, em trabalhadores não expostos a níveis tão elevados.

Comprovadamente o benzeno causa pancitopenia (anemia aplásica, leucemia aguda e variações, incluindo leucemia mielomonocítica aguda, leucemia promielocítica aguda e eritroleucemia. Com relação causal razoavelmente estabelecida, encontra-se a leucemia linfocítica crônica, a hemoglobinúria paroxística noturna, a leucemia linfoblástica aguda, o mieloma múltiplo, o linfoma (linfocítico e histocítico), a mielofibrose, a metaplasia mielóide e com relação sugerida, porém ainda não comprovada, o linfoma de Hodgkin e a leucemia mielóide crônica.

Nos últimos anos, a progressiva redução da exposição a concentrações ambientais e com a vigilância de trabalhadores expostos, através de hemogramas periódicos, a ocorrência de anemia aplásica devido ao benzeno tornou-se rara.

As alterações precoces encontradas no hemograma são macrocitose, pontilhado basófilo, hipossegmentação dos neutrófilos (pseudo Pelger), eosinofilia, linfocitopenia e macroplaquetas

O benzeno está classificado pela IARC (International Agency for Research on Cancer) como carcinogênico do Grupo I (substâncias que possuem suficientes evidências de carcinogênese em animais e na espécie humana).

2.1.4 Quadro clínico da intoxicação:

2.1.4.1 Intoxicações agudas

Inalado em altas concentrações, o benzeno pode causar edema agudo de pulmão e hemorragias locais. A exposição a níveis baixos pode provocar efeitos iniciais de embriaguez, narcose, dificuldade respiratória, sonolência, cefaléia, taquicardia, tonturas e tremores, que desaparecem com o afastamento do trabalhador da exposição. Em níveis mais elevados aparecem náuseas, vômitos, visão turva e sonolência, podendo ocorrer inconsciência, convulsão, arritmias cardíacas ventriculares, falha respiratória e morte.

2.1.4.2 Intoxicações crônicas

Os sintomas iniciais da intoxicação, em longo prazo, provocados pelo solvente, não caracterizam uma ação mielotóxica, onde são relatadas fadigas, palidez que progride ao longo da intoxicação, cefaléia, perda de apetite e irritabilidade. Em

etapas mais adiantadas da intoxicação, o desenvolvimento da trombocitopenia é evidenciado pelo aparecimento de epistaxes, menorragia e hemorragia gengival. Com a leucopenia instalada, são frequentes os casos de infecções bacterianas e lesões necróticas de mucosas. Os sintomas hematotóxicos estão associados às concentrações iguais ou superiores a 50 ppm de benzeno no ar ocupacional.

2.5 Monitoração Biológica

É definida pelo comitê misto CCE/NIOSH/OSHA como:

“A medida e avaliação de agentes químicos ou de seus produtos de biotransformação em tecidos, secreções, excreções, ar exalado ou alguma combinação desses, para estimar a exposição ou risco à saúde quando comparados com uma referência apropriada”

Tem como objetivo principal prevenir a exposição excessiva aos agentes tóxicos, evitando efeitos nocivos, agudos ou crônicos. Através da monitorização biológica é possível detectar alterações precoces no sistema biológico, quando os efeitos iniciais ainda são reversíveis.

Para a sua realização é necessário existir um Indicador Biológico de Exposição – IBE.

O IBE compreende qualquer substância química ou seu produto de biotransformação, assim como qualquer alteração bioquímica precoce, cuja determinação nos fluidos biológicos (sangue, urina, saliva, lágrima, suor), nas fezes, nos tecidos, nos cabelos, nas unhas ou no ar exalado avalie a intensidade da exposição ocupacional. A urina é o fluido biológico mais comumente analisado em monitorização biológica.

À semelhança do que ocorre com substâncias químicas presentes no ar do ambiente de trabalho, é possível estabelecer valores máximos permissíveis para os IBE: São os Limites Biológicos de Exposição ou Índice Biológico Máximo permitido – IBMP (NR7-MTE), que representam o nível não-nocivo de substâncias químicas ou de seus produtos de biotransformação em material biológico.

2.6 Vantagens do Controle Biológico

O trabalhador é o monitor de sua própria exposição.

Reflete hábitos de trabalho próprios de cada indivíduo. Por exemplo: trabalho com esforço físico.

Reflete também as diferenças toxicocinéticas individuais. Por exemplo: sexo, idade, condições de funcionamento dos órgãos de biotransformação e eliminação.

Estima a dose interna da substância química, fornecendo melhor relação com os efeitos sobre a saúde do que a concentração ambiental da substância.

A monitoração biológica da exposição ocupacional ao benzeno está estabelecida em legislação específica do MTE (Portaria nº 34, de 20 de dezembro de 2001 - Anexo), pelo protocolo para a utilização do Ácido Trans, Trans-Mucônico Urinário - ATTM-U, como indicador em conformidade com os requisitos mínimos de avaliação de baixas exposições ao benzeno no ambiente de trabalho.

Fazem parte do protocolo, a sistemática de coleta, transporte, armazenagem e análise química das amostras, bem como são apresentados os interferentes e a forma de correção e interpretação dos resultados.

A análise do ATTM-U apresenta vantagens e desvantagens inerentes a sua utilização, como indicador biológico de exposição ocupacional ao benzeno.

Dentre as vantagens estão a sensibilidade e a simplicidade analítica de sua determinação urinária e a sua boa correlação com os níveis de solvente no ar, quando o nível ambiental do composto for igual ou mesmo inferior a 1,0 ppm, onde o Valor de Referência Tecnológico - VRT deste solvente no ar varia de 1,0 a 2,5 ppm.

A principal desvantagem a ser considerada é o fato do ATTM-U, que também está presente na urina de indivíduos não expostos, ter sua concentração influenciada por fatores e características individuais, como o hábito de fumar, uma vez que os fumantes expostos excretam maior quantidade de ATTM-U do que os não fumantes.

O tolueno em altas concentrações pode inibir a biotransformação do benzeno, levando a uma menor formação do ATTM-U, logo deve-se considerar este fato, quando ocorrer uma exposição conjunta.

Outro biomarcador sensível e específico é o ácido fenilmercaptúrico. Existe uma correlação parcialmente estabelecida entre a concentração urinária do ácido

fenilmercaptúrico e os níveis de benzeno no ar.

Uma das vantagens deste marcador é não ter sua concentração influenciada pelo hábito de fumar, entretanto seu custo é elevado, uma vez que sua análise é feita por cromatografia gasosa, com detector de espectrometria de massa. O determinante biológico de exposição ao benzeno é adotado no livreto de 2005 da American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH, nos Estados Unidos e possui o valor de 25 mg/g de creatinina.

2.7 Higiene Ocupacional

Segundo a American Industrial Hygiene Association - AIHA, “É a ciência e a arte dedicada ao reconhecimento, avaliação e controle dos fatores ambientais originados no ou do local de trabalho, que podem vir a provocar doença, stress ou significativo desconforto entre os trabalhadores ou membros de uma comunidade.”

Embora seja um assunto que todos os gerentes, coordenadores, supervisores, líderes e executantes reconhecem a importância, a Higiene Ocupacional ainda não consegue ter a prioridade que necessita para vencer as barreiras que se opõem a termos melhores padrões de saúde e bem-estar no desenvolvimento das atividades laborais de nossos empregados. Sabemos que o caminho a trilhar é longo e difícil e que os resultados esperados podem levar até vários anos para serem obtidos.

O que ocorre muitas vezes no meio industrial, é uma priorização gerencial para o tratamento dos riscos de acidentes, como o fogo, explosões/sobrepensões e exposições térmicas, pois são imediatos, muito severos e causam vários danos.

2.7.1 Antecipação de Riscos Ambientais

Seu principal objetivo é o de eliminar ou minimizar os riscos potenciais na gestão de mudanças.

Na definição da ACGIH esta fase não está explícita, porém a mesma é de extrema importância para a higiene e pode ser realizada dos seguintes modos:

- Trabalhar com equipes de projeto, modificações ou ampliações (ou pelo menos analisando em momentos adequados o resultado desse trabalho), visando a detecção precoce de fatores de riscos ligados a agentes ambientais, adotando opções de projeto que favoreçam a sua eliminação ou controle;
- Estabelecer uma polícia de fronteira na empresa, rastreando e analisando todo novo

produto químico a ser utilizado (isso inclui as amostras de vendedores);

- Ditar normativas preventivas para evitar exposições inadvertidas a agentes ambientais, causadas pela má seleção de produtos, materiais e equipamentos, para compradores, projetistas e contratadas de serviços.

Esta etapa, se bem conduzida, elimina grande parte do trabalho dos higienistas, além de gasto das empresas com avaliações quantitativas e implementação de controles desnecessários.

Para o seu sucesso, não se deve prescindir da participação dos trabalhadores, pois eles detêm o conhecimento dos processos de trabalho e podem interferir de modo negativo ou positivo na execução de suas atividades e na criação e manutenção de uma ambiente salubre.

Este fluxo de comunicação entre a força de trabalho e o profissional de higiene é facilitado, quando se utiliza a Avaliação Preliminar de Riscos da Higiene Ocupacional - APR-HO, contida no Manual de Higiene Ocupacional da Petrobras.

2.7.2 Elaboração de Análise Preliminar de Riscos voltada à Higiene Ocupacional (APR-HO) – Procedimento Petrobras

“A APR-HO visa estabelecer a Caracterização Básica das Exposições, através da pesquisa sistemática das tarefas desenvolvidas por um determinado GHE, subsidiando a tomada de ações para estabelecer prioridades e periodicidade das avaliações, bem como a possibilidade de controles que mantenham as citadas exposições dentro de faixas tidas como toleráveis. Deverá ser utilizada como um guia para a caracterização das exposições aos riscos, conforme a Tabela I – Lista de agentes físicos, químicos e biológicos, devendo integrar o Documento Base do PPRA” (PETROBRAS, 2005).

Tabela I - Lista de Agentes Físicos, Químicos e Biológicos.

Agentes Físicos	Agentes Químicos	Agentes Biológicos
• Ruído • Ultra-som • Infra-som • Calor de fontes artificiais • Calor de fontes naturais • Frio • Umidade (locais encharcados) • Pressões anormais • Vibração localizada • Vibração de corpo inteiro • Radio frequência • Microondas • Radiação infravermelha • Radiação visível • Radiação ultravioleta • Extra-baixa frequência • Campo eletromagnético • Campo Magnético Estático • Radiação laser • Radiação Alfa • Radiação Beta • Radiação Gama • Radiação X • Radiação de Nêutron	• Gases (especificar) • Vapores (especificar) • Névoas (especificar) • Poeiras (especificar) • Fumos metálicos (especificar) • Fibras Minerais (como por ex. amianto). • Fibras Vegetais (como por ex. algodão). • Graxas, óleos minerais e produtos químicos, passíveis de contato dérmico (especificar)	• Vírus • Bactérias • Fungos • Protozoários • Bacilos • Outros microrganismos (especificar)

2.7.3 Metodologia de Aplicação da APR-HO

De posse da planilha APR-HO, o higienista agenda e conduz as entrevistas com os trabalhadores, no intuito de estabelecer os GHE em estudo, sempre que possível, na própria área de trabalho destes.

“Ele deve iniciar o preenchimento do formulário pelos campos de rastreabilidade do documento, em seguida descrever sequencialmente as tarefas diárias e eventuais que o colaborador executa. Para cada tarefa devem ser identificados os agentes físicos, químicos e biológicos presentes, realizando a análise da exposição potencial, seus efeitos à saúde e medidas de controle existentes” (PETROBRAS, 2005).

Análise Preliminar de Riscos Ambientais para o PPRA									
APR-HO número:					Revisão:				
Empresa				GHE:		Entrevistado			
Unidade				Nº de expostos		Matrícula			
Gerência				Cargo(s):		Data da Entrevista			
Setor / Local:			Coordenador/ Supervisor do GHE			Rubrica	Carimbo (ou mat.)		
Atividade / Tarefa	Local	Freq./ Duração	Risco / Potencial Agentes	Causa / Fonte	Trajetória / Meio de Propagação	Efeito Potencial	Categ. de Risco	Medidas de Controle	E, F I ou NA
Elaborador:				Aprovador:		Data			

Figura 1 – Modelo de uma APR-HO.

Este documento deve ser submetido à ciência do superior hierárquico responsável pelo GHE em estudo (gerente, coordenador ou supervisor).

Deve ser revisado anualmente, ou quando ocorrerem mudanças no processo, equipamentos, métodos, *lay-out*, insumos, etc., ou ainda mediante indicadores de potencial comprometimento da saúde (alteração de exames médicos ou queixa de

trabalhadores). Quando constatado que não houve alterações, ela deve ser revalidada, sem emissão de uma revisão.

Exemplos de detalhamento dos campos da APR-HO são apresentados de forma resumida, a seguir:

- Atividade/tarefa - descrever em linhas gerais as principais funções/tarefas desenvolvidas pelo empregado. Utilizar uma linha para cada tarefa. Incluir todas as tarefas que possuem exposições potenciais a riscos ambientais. Não listar, necessariamente, tarefas nas quais inexistam exposições a riscos ambientais;
- Entrevistado - informar o nome do empregado, integrante do GHE em estudo, que respondeu à entrevista;
- Data da entrevista - inserir a data em que ocorreu a entrevista;
- Duração/frequência - informar/estimar a duração e a frequência de cada tarefa;
- Local - informar o local onde a tarefa é realizada;
- Risco potencial - informar o risco relacionado com a atividade, para cada risco utilizar uma linha diferente, conforme Tabela I - Lista de agentes físicos, químicos e biológicos;
- Causa/fonte - determinar as possíveis fontes geradoras do risco;
- Trajetória / meio de propagação - identificar as possíveis trajetórias e os meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho;
- Efeito potencial - informar os possíveis danos à saúde, disponíveis em literatura técnica, que possam estar relacionados ao risco identificado. Este campo deve ser preenchido com o suporte técnico dos especialistas em medicina do trabalho;
- Categoria de risco - para cada agente identificado, estabelecer a categoria do risco, conforme Tabela II – Seleção de categorias de risco. A categoria é atribuída em função das consequências (efeitos), que vão definir prioridades básicas do PPEOB em termos de avaliação e controle;
- Medidas de controle - especificar as medidas de controle existentes para cada agente identificado. Sugerir ou propor medidas adicionais, a serem ratificadas pelos resultados das avaliações da exposição e a critério da supervisão ou gerência;
- E / F / I ou NA - designar os controles já existentes pela letra “E”; aqueles a serem implementados no futuro pela letra “F”; aqueles que necessitem ser adotados imediatamente, pela letra “I” e “NA” para não aplicável;

Tabela II – Seleção de Categorias de Risco.

CATEGORIA DE RISCO	SITUAÇÃO	
	NÃO QUANTIFICADA	QUANTIFICADA(*)
1 IRRELEVANTE	O agente e/ou as condições de trabalho não representam risco potencial de dano à saúde nas condições usuais industriais, descritas em literatura, ou pode representar apenas um aspecto de desconforto e não de risco.	- O agente foi identificado, mas é quantitativamente desprezível frente aos critérios técnicos. - O agente se encontra sob controle técnico e abaixo do nível de ação.
2 DE ATENÇÃO	- O agente representa um risco moderado à saúde, nas condições usuais industriais descritas na literatura, não causando efeitos agudos. - O agente não possui limite de exposição do tipo teto e o valor de limite de exposição do tipo média ponderada é consideravelmente alto (centenas de ppm). - Não há queixas médicas sistematizadas aparentemente relacionadas com o agente.	A exposição se encontra sob controle técnico e acima do nível de ação, porém abaixo do limite de tolerância.
3 CRÍTICA	- O agente pode causar efeitos agudos. - O agente possui limite de exposição do tipo valor teto ou quando possui limite de exposição do tipo média ponderada muito baixo (alguns ppm). - As práticas operacionais e/ou as condições industriais indicam aparente descontrole de exposição. - Há possibilidade de deficiência de oxigênio. - Não há proteção cutânea específica no manuseio de substâncias com notação pele. - Há queixas sistematizadas específicas e indicadores biológicos de exposição excedidos (vide PCMSO).	A exposição não se encontra sob controle técnico, está acima do limite de exposição do tipo média ponderada e excede o limite tipo valor teto.
4 NÃO TOLERÁVEL	- Envolve exposição a carcinogênicos, mutagênicos ou teratogênicos suspeitos ou comprovados em humanos. - Nas situações aparentes de risco grave e iminente por agentes ambientais - Há risco aparente de deficiência de oxigênio - O agente possui efeitos agudos, baixos limites de exposição e IPVS (concentração imediatamente perigosa a vida e a saúde). - As queixas são específicas e frequentes, com indicadores biológicos de exposição excedidos. - Há exposição cutânea severa a substâncias com notação pele.	A exposição não se encontra sob controle técnico e está acima do valor teto/ valor máximo.

(*) Refere-se a avaliações eventualmente disponíveis por ocasião da elaboração da APR; uma vez iniciado o estudo do GIE, o processo de avaliação quantitativa e o controle dos riscos do padrão de Estratégia de Amostragem devem ser seguidos. Esta tabela tem objetivo único de estabelecer prioridades iniciais de estudo dos GIE reconhecidos, conforme a Tabela IV.

TABELA III - Regras de Decisão para a Priorização de estudo dos GHE e Medidas Iniciais de Controle dos Riscos.

CATEGORIA DE RISCO		CONSIDERAÇÕES TÉCNICO-ADMINISTRATIVAS DE ATUAÇÃO
1	IRRELEVANTE	Não prioritário. Ações dentro do princípio de melhoria contínua. Pode ser necessária avaliação quantitativa do GHE para confirmação da categoria, a critério do profissional de Higiene Ocupacional.
2	DE ATENÇÃO	Prioridade básica. Iniciar processo de avaliação quantitativa do GHE para confirmação da categoria e monitoramento periódico.
3	CRÍTICA	Prioridade preferencial. Adotar medidas de controle para redução da exposição e iniciar processo de avaliação quantitativa do GHE
4	NÃO TOLERÁVEL	Prioridade máxima. Adotar medidas imediatas de controle. Quando não, a continuidade da operação só poderá ocorrer com ciência e aprovação do gerente geral da unidade ou instalação. Iniciar processo de avaliação quantitativa do GHE para verificação do rebaixamento da categoria de risco.

Notas:

- a) o processo de avaliação quantitativa está descrito no padrão de Estratégia de Amostragem de agentes ambientais. Ao longo do processo poderá ocorrer a ratificação ou o reposicionamento da categoria de risco de cada agente do GHE;
- b) as prioridades obtidas no reconhecimento de riscos serão consideradas nos referidos padrões, que irão definir as ações de avaliação e controle, gerando os respectivos cronogramas do plano de ação do PPEOB da unidade ou instalação.

“Sempre que houver a necessidade de implementar um controle, deve ser observada a hierarquia da Tabela IV – Tipos de medidas de controle. As medidas de controle que necessitem de prazos para implantação devem ser checadas através de documentos (plano de ação) que façam referência a APR-HO envolvida. Pode ser necessário adotar uma combinação de tipos de medidas de controle para reduzir as exposições à categoria de TOLERÁVEL. Após a implantação das medidas de controle, a APR-HO deverá ser revisada para adequação dos campos pertinentes” (PETROBRAS, 2005)”.

Tabela IV - Tipos de Medidas de Controle.

HIERARQUIA RECOMENDADA	TIPO DE MEDIDA DE CONTROLE	EXEMPLOS
A	FONTE	• Substituição de materiais ou equipamentos, modificação de processos. • Troca de um produto químico por outro menos agressivo
B	TRAJETÓRIA / MEIO DE PROPAGAÇÃO	• Enclausuramento de fontes ruidosas. • Sistemas de ventilação exaustora e diluidora. • Barreiras refletivas para a radiação térmica. • Blindagem de fontes radioativas
C	TRABALHADOR	• Limitação do tempo de exposição, através do rodízio de pessoas/tarefas e outras medidas organizacionais. • Treinamento para compreensão do risco. • Exames médicos periódicos e especiais • Implementação de programas de controle como o Programa de Conservação da Audição (PCA) e o de Proteção Respiratória (PPR). • Uso de EPIs como protetores auditivos, respiradores, luvas, etc

2.8 Grupos Homogêneos de Exposição – GHE

“O GHE pode ser entendido como o conjunto de trabalhadores engajados em atividades semelhantes pelo mesmo período de tempo, em turnos de trabalho similares, nos mesmos locais de trabalho e expostos ao mesmo agente de risco”.

A homogeneidade do grupo é no sentido estatístico, e isso permite que um número relativamente pequeno de amostras possa definir as tendências de exposição de todo o grupo. Isto não implica em concluir que todos eles necessitem sofrer idênticas probabilidades de exposição a um determinado agente.

“Seu principal objetivo é a aquisição de dados para o estudo epidemiológico

de uma população. Desta forma o resultado, estabelecida uma margem aceitável de erro, é válido para a média do GHE, podendo ainda ser utilizado como representativo para cada trabalhador isoladamente”. (André Lopes Neto, 2004)

A escolha dos GHE ocorre durante a fase de estudo e levantamento de dados, quando se processam as etapas de reconhecimento e estabelecimento de metas e prioridades de avaliação.

As variáveis que influem nesta escolha são:

- Tipo do processo/operação;
- Atividades/tarefas dos trabalhadores;
- Agentes ambientais, fontes, trajetórias, meios de propagação;
- Intensidade/concentração dos agentes;
- Identificação e número de trabalhadores;
- Experiência dos trabalhadores;
- Agravos à saúde dos trabalhadores;
- Variações de clima e de horários das exposições;
- Frequência das ocorrências;
- Interferências de tarefas vizinhas;
- Dados das prováveis exposições, levantados na fase de antecipação;
- Metas e prioridades de avaliação adequadas a realidade da empresa.

Após a análise das variáveis presentes no ambiente de trabalho, deve ser escolhido o parâmetro que servirá de base para estruturação do GHE.

Normalmente a escolha cairá sobre um dos parâmetros a seguir:

- Tarefas dos trabalhadores;
- Funções/atividades;
- Agentes ambientais.

Os profissionais se vêm às voltas com o problema de realizar economicamente, porém de forma técnica, a monitoração dos níveis de exposição a agentes de risco, principalmente na zona de respiração de cada trabalhador, o que justifica o uso desta ferramenta, que possibilita efetuar medidas em um ou vários paradigmas e valer para todo o grupo.

A norma técnica estabelecida para avaliação de benzeno nos ambientes de trabalho (Instrução normativa Nº 1, de 20/12/1995 do MTE) conceituou a expressão

“Grupo Homogêneo de Exposição”. Embora a mesma tivesse como objetivo expresso a avaliação de benzeno, ao observarmos um dos seus considerandos, concluiremos pela sua estreita relação com o PPRA.

2.9 Caracterização e Determinação do Exposto de Maior Risco (EMR) – Procedimento Petrobras

“O conceito de Exposto de Maior Risco (EMR) é importante para a otimização de ações de Estratégia de Amostragem. GHE inteiros podem ser caracterizados a partir da avaliação da exposição do EMR, sob circunstâncias adequadas” (PETROBRAS, 2005).

“Exposto de Maior Risco, ou EMR, é o trabalhador de um GHE, que é julgado como possuidor da maior exposição relativa em seu grupo. O entendimento de mais exposto do grupo é dado no sentido qualitativo” (PETROBRAS, 2005).

“As formas para caracterização e determinação são apresentadas a seguir:

a) por julgamento profissional. O EMR será determinado por possuir uma ou mais das seguintes características, que lhe conferem o maior potencial de exposição:

- exercer suas atividades mais próximas da fonte do agente;
- exercer suas atividades em região do ambiente, onde ocorre maior concentração ou intensidade aparente do agente;
- exercer suas atividades de maneira a se expor por mais tempo ao agente;
- exercer as rotinas operacionais (*modus operandi*) de forma a se expor mais ao agente.

A determinação será feita por observação de campo, sendo importante o conhecimento acurado das operações e atividades, assim como a experiência e o conhecimento do profissional relativamente ao agente e à forma de exposição;

b) por ferramenta estatística;

c) procedimento nos casos em que o EMR não puder ser evidenciado por observação; Como o procedimento estatístico para determinação do EMR normalmente implica em um grande número de amostras, e a caracterização referencial de um GHE pode

envolver um número de amostras freqüentemente inferior, deve-se iniciar imediatamente o estudo amostral do grupo” (PETROBRAS, 2005).

2.10 Tipos de Amostras de Agentes Ambientais

Os tipos de amostras, segundo sua aplicabilidade para fins ocupacionais e gerais são:

“a) amostras pessoais ou individuais. São amostras tomadas de maneira que o amostrador é portado pelo indivíduo amostrado, e situado na zona corporal de interesse;

b) amostras de zona corporal de interesse. São amostras tomadas por um terceiro, que mantém o amostrador na zona corporal de interesse. É o tipo aceitável para amostragem de exposição ocupacional, limitadas a funções ou tarefas de pouca movimentação em área fisicamente restrita, durante a tomada de cada amostra;

c) amostras de área. São amostras tomadas em pontos fixos da área de trabalho, não vinculadas ao trabalhador. A aplicabilidade está restrita ao controle da emissão de processos, situações de emergência. Absoluta inadequação para exposições de pessoas” (PETROBRAS, 2005).

2.11 Formas Amostrais em Higiene Ocupacional e sua Utilização Segundo o Tipo de Limite de Exposição

“As formas amostrais a serem apresentadas se referem a determinações (amostras) feitas ao longo de uma jornada, e o seu tratamento de cálculo fornecerá ‘uma amostra’ da exposição diária do trabalhador. As formas amostrais são:

- a) amostra única de período completo. É tomada sobre toda a base de tempo do limite de exposição - Figura 2. Esta é a segunda melhor forma do ponto de vista estatístico, para decisões sobre a exposição de uma jornada;

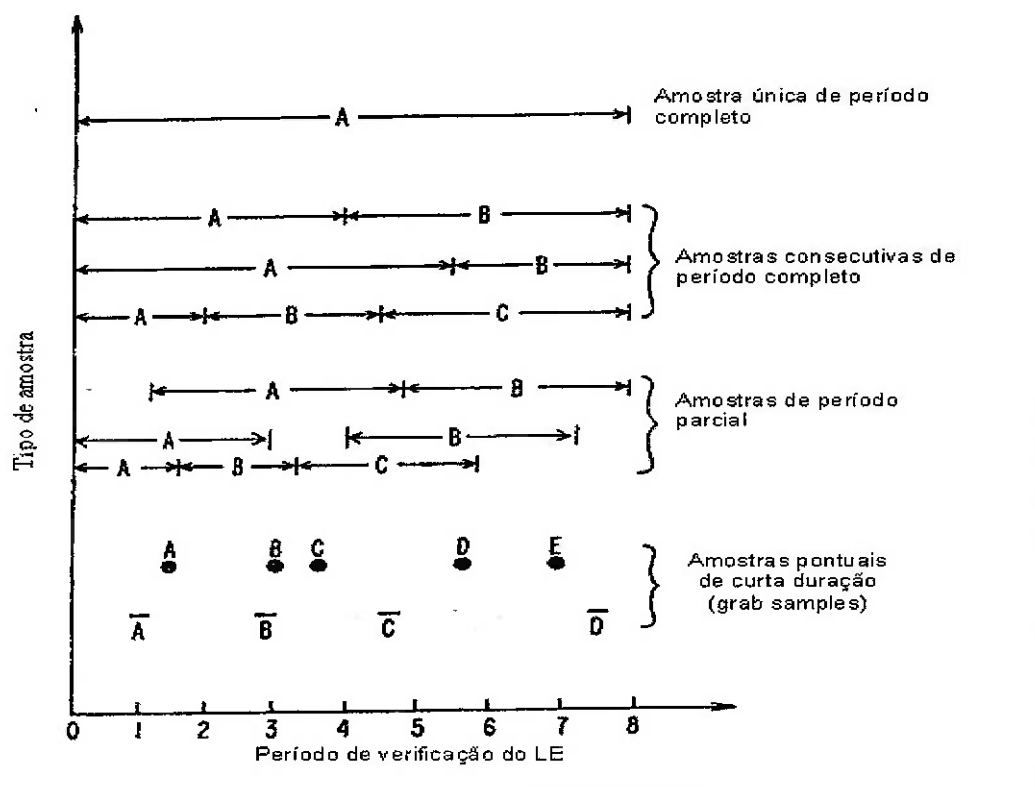


Figura 2 – Tipo de Amostra x Período de Verificação do LE.

Fonte: PETROBRAS, 2005.

b) amostras consecutivas de período completo. Esta forma amostral utiliza várias amostras, sendo que o tempo total das mesmas equivale à base de tempo do limite. As amostras não se superpõem no tempo, nem há qualquer período da base de tempo que não seja amostrado, ou seja, as amostras são consecutivas e justapostas - Figura 2. As amostras não necessitam ter a mesma duração. Esta forma amostral é a de melhor benefício do ponto de vista estatístico, para decisão sobre a exposição de uma jornada;

c) amostras de período parcial. Consistem em uma ou mais amostras que não cobrem integralmente a base de tempo do limite. Esta forma amostral é muito limitada do ponto de vista estatístico, não sendo recomendada, a menos que:

- o profissional de higiene possa assegurar, pelo conhecimento das atividades e do processo e pelo acompanhamento feito durante a amostragem, que o período não amostrado é essencialmente igual ao amostrado do ponto de vista da exposição ao agente. Neste caso, o valor médio ponderado no tempo do período amostrado pode

ser considerado o valor médio ponderado para a jornada, e a amostra passa a ser, do ponto de vista estatístico, como uma amostra de período completo;

- o profissional de higiene possa assegurar, pelas mesmas razões supracitadas, que a exposição ocupacional no período não amostrado, foi nula (exposição zero). Nesse caso, o valor médio ponderado no tempo para a jornada deve ser calculado, considerando-se o tempo não amostrado como de exposição zero.

- se as condições dos itens anteriores não forem atendidas, não há tratamento estatístico adequado para a decisão sobre a exposição da jornada, sendo recomendável outra forma amostral;

d) amostras pontuais de curta duração – “*grab samples*”. Esta forma amostral consiste de várias amostras, de duração breve (de alguns segundos a vários minutos), aleatórias quanto ao momento da realização de cada amostra, distribuídas pela jornada de trabalho. Cada amostra é considerada uma determinação. Esta forma amostral é a de menor poder de decisão estatístico.” (PETROBRAS, 2005).

2.12 Monitorização da Exposição Ocupacional:

O objetivo da monitorização é o determinar a magnitude, frequência e a duração da exposição dos trabalhadores a um agente.

São realizadas para estimar a exposição dos trabalhadores e para obter informação que permita projetar ou estabelecer a eficiência das medidas de controle.

O comitê misto constituído pela Comissão da Comunidade Européia - CCE, Occupational Safety and Health Administration - OSHA e o (NIOSH), definiu a monitorização (monitoring) como:

“Atividade sistemática, contínua ou repetitiva, relacionada à saúde e desenvolvida para implantar medidas corretivas sempre que se façam necessárias” (Colacciopo, S; Della Rosa, H.V.)

É importante saber que a monitorização dos riscos não é um fim em si mesma. Ela é parte de um procedimento muito mais amplo, que começa no momento em que se descobre que determinado agente, capaz de produzir um dano para a saúde, pode estar presente no meio ambiente de trabalho e termina com o controle desse agente para evitar que cause danos.

O procedimento mais habitual para avaliar a exposição a contaminantes

atmosféricos consiste em avaliar a exposição à inalação, para a qual é preciso determinar a concentração do agente a que estão expostos os trabalhadores.

Não obstante, quando existem outras vias distintas à inalação que contribuem significativamente para a absorção de uma substância química, pode-se emitir um juízo errôneo, ao avaliar somente a exposição pela inalação.

As avaliações de monitoramento são necessárias em numerosas ocasiões, especialmente quando existe a necessidade de se instalar ou melhorar as medidas de controle ou quando se prevêem mudanças nos processos ou materiais utilizados. Nestes casos elas cumprem uma importante função de vigilância para:

- avaliar a validade, comprovar a eficiência ou detectar possíveis falhas nos sistemas de controle;
- averiguar se há variações nos processos, como na temperatura de funcionamento ou nas matérias primas, que tenham modificado a situação de exposição. Divide-se em Monitorização Ambiental e Monitorização Biológica.

“Monitorização Ambiental é a medida e avaliação de agentes no ambiente para estimar a exposição ambiental e o risco à saúde por comparação dos resultados com referências apropriadas” (Colacciopo, S; Della Rosa, H.V.)

A monitorização do ambiente de trabalho foi, por vários anos, efetuada como o único modo de se prevenir o aparecimento de alterações nocivas da saúde, decorrentes da exposição ocupacional.

Constitui-se na medida prioritária de avaliação do risco à saúde através da identificação e quantificação dos agentes químicos nesses ambientes, de forma sistemática de modo a permitir a obtenção de uma série histórica de dados de exposição de um grupo de trabalhadores ou indivíduos isolados.

A avaliação da exposição profissional a uma substância química é composta de duas fases distintas: inicialmente realiza-se uma medição instrumental ou laboratorial da concentração do agente e a seguir compara-se o resultado com os LEO (limites de tolerância).

Para iniciar a avaliação deve-se conhecer e definir diversos itens básicos o que geralmente é feito com uma visita preliminar:

- Área em que será realizada a avaliação. Definir com base em edifícios

e equipamentos de grande porte, colunas, etc. de tal modo que a posterior repetição possa ser corretamente reproduzida;

- Número de trabalhadores expostos. Inclui todos os trabalhadores presentes a área delimitada, independentemente do vínculo empregatício ou função. O número é, portanto, diferente do indicado por uma seção de pessoal. Verificar ainda o número de trabalhadores por turno;
- Movimentação dos trabalhadores. Diversos trabalhadores podem passar de um local a outro durante sua jornada, ou durante a semana, alterando assim sua exposição.
- Movimentação de materiais. Diversos materiais podem ser fontes de exposição móvel, emitindo calor, ruído ou agentes químicos, e podem ser transferidos de um ponto a outro do local de trabalho.
- Condições de ventilação. Natural ou artificial e pode sofrer diversas modificações ao longo do dia (diurno e noturno), ou ao longo dos meses (inverno e verão). Sofrem ainda variações segundo as condições de manutenção de janelas ou ventiladores.
- Ritmo de produção. Na maioria das empresas o ritmo de produção é proporcional ao risco de exposição. Assim, deve-se de alguma forma registrar o ritmo de trabalho.
- Agentes possivelmente presentes que possam intervir na medição. Diversos agentes podem intervir na coleta de agentes químicos como umidade, ácidos, álcalis, etc. Radiações podem intervir em equipamentos de medição direta.
- Atividades ou funções. Deve-se, por fim, definir as funções dos trabalhadores envolvidos, a fim de realizar a avaliação através de uma estratégia de divisão da população em grupos homogêneos por função.

De posse destas informações, define-se a estratégia de amostragem adequada ao caso particular. Para tanto deve-se considerar:

- Equipamentos de medição ou coleta a serem utilizados. Neste ponto deve se considerar a disponibilidade e aplicabilidade dos equipamentos, podendo-se fazer análises instantâneas ou contínuas. O

agente pode ser analisado no próprio local;

- Análise do material coletado. Deve ser inicialmente planejada a fim de que a coleta seja de acordo com as necessidades analíticas, ou ainda deve-se verificar se há meios adequados e disponíveis de análise do material coletado, sendo inúmeros os casos de materiais coletados sem meios de serem analisados.
- Pessoal necessário para a coleta. A coleta de amostras é fundamental, devendo ser presenciada totalmente durante todo o período por um higienista, de modo a não haver alterações que possam invalidar a amostragem. Ressalta-se ainda que a coleta deve ser feita durante a jornada de trabalho do trabalhador e não apenas das 07:30 às 16:30, que é o horário usual do pessoal administrativo.
- Precisão, sensibilidade e exatidão. Dependendo de cada caso, deve-se adequar o método, lembrando que o maior nível de parâmetros é sempre desejável, mas, por outro lado, quanto maior forem, mais caro se torna o procedimento; assim, é necessário o auxílio de especialista em análises químicas para as definições.
- Definição da estratégia de amostragem. Deve constar de definição de GHE. Número de trabalhadores a serem amostrados em cada grupo. Número de amostras a serem coletadas ao nível de cada trabalhador amostrado. Tempo de coleta de cada amostra. Coleta de amostras em pontos fixos. Dias em que as amostras são coletadas

Uma vez realizadas as medições e de posse dos resultados das concentrações em cada ponto, os valores são comparados aos padrões, o que levará às conclusões de necessidade ou não de medidas de controle, bem como da gravidade do risco a que possivelmente o trabalhador esteja exposto.

Para a Higiene Ocupacional não interessa a concentração pura e simples de um agente químico no ar de um local de trabalho, mas sim a concentração que reflita as exposições profissionais do trabalhador, presente e passada.

Na realização de uma correta estimativa da exposição profissional, além dos passos indicados anteriormente, encontramos ainda algumas dificuldades de ordem prática como: equipamentos, pessoal, laboratórios e estratégias.

É importante conhecer bem as limitações da estratégia que se está empregando para que, na interpretação dos resultados, sejam levadas em conta a real perspectiva do que os dados representam.

2.13 Interpretação dos Resultados

O grau de incerteza ao se estimar um parâmetro da exposição, como a concentração média real de um contaminante atmosférico, é determinado mediante o tratamento estatístico dos resultados obtidos de diferentes medições (por exemplo, amostragem e análise).

A confiabilidade dos resultados depende do coeficiente de variação do sistema de medição e do número de medições. Uma vez obtida uma confiabilidade aceitável nos resultados, o seguinte passo consiste em se considerar as consequências da exposição para a saúde.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho realizado consistiu de um estudo de caso de uma campanha de avaliação do agente químico benzeno em dois laboratórios (403/5/7/9 e 410) da radial 4 da gerência TPAP do CENPES.

Este estudo de caso teve por objetivo implementar as etapas de planejamento e desenvolvimento da campanha de reconhecimento, avaliação e controle deste agente de risco químico.

Na gestão de HO não se encontra viabilidade para o monitoramento e avaliação de todos os trabalhadores, para todos os agentes e durante todas as jornadas, visto estarem envolvidas questões econômicas e muitas vezes de operacionalização. Então deve-se primeiramente fazer uso do conceito de GHE e posteriormente tentar identificar o EMR, com o emprego de metodologia específica.

3.1 Descrição dos Laboratórios

São laboratórios em alvenaria e divisórias, com área aproximada de 50 m², ar condicionado central, iluminação natural e artificial, com bancadas em toda a extensão, linhas de ar comprimido, água, nitrogênio e vácuo, pia para lavagem e descontaminação de vidrarias, cinco capelas e uma coifa, liofilizador, bombas de vácuo, destilador, espectrofotômetro, extratores com fluido supercrítico, mufla, estufas, osmômetro de pressão de vapor, balança com secador de infravermelho, balança analítica, centrífugas, cilindros com CO₂, colunas cromatográficas em vidro, extratores em vidro, armários e prateleiras para produtos químicos e amostras.

3.2 Caracterização dos Laboratórios

3.2.1 Laboratório de Inorgânicos Pesados (Radial 4/Lab. 410)

Localizado na radial 4, está equipado principalmente para a realização de ensaios químicos de determinação de inorgânicos em petróleo e em frações derivadas.

Seus principais ensaios de caracterização são:

- Estabilidade em Petróleo (PORLA GLX STEP)

- Titulação Potenciométrica de Evolução de H₂S em Petróleo (N-1382)

3.2.2 Laboratório de Processos para Valoração de Petróleo (Radial 4/Lab. 403/5/7/9)

As atividades do laboratório contemplam os seguintes ensaios:

- Destilação de Petróleo;
- Extração de Óleos Lubrificantes

3.3 Caracterização da Atividade de Limpeza de Vidrarias

3.3.1 Materiais Utilizados

Estufa para secagem com resistências situadas na parte lateral ou superior da câmara, nunca na parte inferior; Estante metálica para secagem; Escovas; Esponja dupla face; Cuba de Polietileno ou Vidro;

3.3.2 Produtos Químicos

Detergente; Solução de Extran; Água corrente; Água destilada e/ou deionizada; Acetona comercial; Álcool comercial; Querosene comercial; Ácido Sulfúrico comercial; Solução 8 gramas/litro de persulfato de amônio em ácido sulfúrico

3.3.3 Procedimento

- Os recipientes novos ou reutilizáveis devem estar limpos e livres de todas as substâncias, que possam contaminar as amostragens (água, poeira, compostos de limpeza, ácidos, ferrugem e óleo), portanto devem ser lavados antes do uso.

- Limpeza de vidrarias com óleo.

a) Para retirar o óleo retido nas vidrarias, pode-se utilizar aquecimento brando. Descartar em bombona para hidrocarbonetos isentos de compostos oxigenados e encaminhá-las para a Refinaria Duque de Caxias - REDUC para reprocessamento;

b) Adicionar **querosene** e deixar tempo suficiente para retirar o óleo;

c) Adicionar álcool para retirada do **querosene**, descartar em bombona de descarte de hidrocarbonetos.;

d) Lavar com detergente em pequena quantidade, esfregando com esponja ou escova e enxaguar com bastante água corrente.

3.3.6 Descrição dos GHE

O GHE de cada laboratório consta de quatro trabalhadores e foi definido por meio de entrevistas e preenchimento da planilha da Figura 1 deste trabalho.

3.3.7 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

O Planejamento de medições possui as seguintes atividades:

1. Planejamento

Definição dos amostrados

Dias das amostragens

Horários das amostragens – buscamos amostrar todos os horários, nos quais houve atividades dos trabalhadores, que compõem os grupos homogêneos.

2. Mobilização

Mão de obra

Equipamentos

Amostradores

3. Preparo dos recursos

Testes

Baterias

Identificação

Transporte

4. Amostragens

Calibração

Montagem dos equipamentos no trabalhador

Remessa p/ análise (para produtos químicos)

5. Análises laboratoriais

6. Resultados (relatório)

Tratamento dos dados

Análise dos dados

Conclusões

3.3.8 Estratégia de Amostragem

A variação de exposições em operações específicas é muito difícil de se prever. A única generalização que pode ser feita é que há variação diária, sendo medida pelo desvio padrão geométrico.

As amostragens foram realizadas em dias diferentes, nos horários e atividades normais dos trabalhadores e o tratamento estatístico aplicado foi o da NR 15, Anexo 13 A:

Interpretação dos resultados / Julgamento Profissional

1º parte: Cálculo da Concentração Média Ponderada pelo Tempo.

$$C_{mpt} = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + C_3T_3 + C_4T_4 + C_5T_5}{T_t}$$

C_{mpt} = concentração média ponderada pelo tempo no período.

C_n = concentração de benzeno no ar obtida na amostra.

T_n = tempo de coleta da amostra n.

T_t = tempo total de coleta ($T_1+T_2+\dots+T_5$).

2º parte – Tratamento Estatístico e Cálculo dos Limites de Confiança.

Para efeito desta IN/95, os resultados nulos ou abaixo do limite de detecção do método devem ser considerados como tendo o valor correspondente à metade do limite de detecção.

Principais equações para a análise das exposições:

Logaritmo Neperiano do Limite Superior de Confiança

$$\ln(LSC) = (M \ln) + 0,5[DP(\ln)] + t(\alpha/2, 95\%) \left(\frac{DP(\ln)}{\sqrt{n}} \right)$$

$\ln(LSC)$ = logaritmo neperiano do limite superior de confiança.

$M \ln$ = média dos $\ln(X_i)$.

$DP(\ln)$ = desvio-padrão de $M(\ln)$ para $(n-1)$.

$t(\alpha/2)$ = t de student para 95%.

N = número de resultados totais.

Limite Superior de Confiança (95%)

$$LSC(95\%) = \exp(\ln(LSC))$$

LSC(95%) = limite superior de confiança.

exp(ln(LSC)) = exponencial do log neperiano do LSC.

Índice de Julgamento

$$I = \frac{LSC(95\%)}{LC}$$

I = índice de julgamento.

LSC(95%) = limite superior de confiança para um intervalo de confiança de 95%.

LC = limite de concentração de benzeno.

A frequência mínima para o monitoramento é a seguinte:

$I \geq 1$: São adotadas medidas de controle que conduzam a valores de I menor que 1. Nesta situação a frequência de monitoramento é a necessária para a avaliação das medidas adotadas.

$0,5 \leq I < 1$: Frequência mínima de monitoramento de 16 semanas;

$0,25 \leq I < 0,5$: Frequência mínima de monitoramento de 32 semanas;

$I < 0,25$: Frequência mínima de monitoramento de 64 semanas

3.3.9 Método

Em função da indisponibilidade de metodologia nacional, foi adotada metodologia internacionalmente aceita e validada pelo NIOSH (Anexo), para amostragem e análise laboratorial.

De uma forma geral, os empregados pertencentes ao mesmo GHE foram equipados com bombas gravimétricas para captura do contaminante, por meio de coletor específico.

3.3.9.1 – Principais parâmetros do método NIOSH 1501

Amostrador: tubo de carvão ativo – 100/50 mg.

Vazão: 0,1 litros/min.

Volumes mínimo/máximo: 5/30 litros.

3.3.10 Instalação dos Equipamentos

A amostragem ocorreu durante os turnos normais de trabalho, sendo o trabalhador, antes de se dar a monitorização, informado da iniciativa da empresa, qual a metodologia e o objetivo, principalmente profilático do projeto.

Além do procedimento especificado pelas metodologias adotadas, cada amostragem foi acompanhada por um técnico treinado em higiene ocupacional. Os objetivos foram garantir o pleno funcionamento dos equipamentos, verificar as atividades desempenhadas e esclarecer aos trabalhadores, quanto à metodologia empregada. Os registros de dados foram anotados em folhas de acompanhamento de campo e o trabalhador foi monitorizado em suas atividades rotineiras.

3.3.11 Posicionamento do Amostrador

A técnica utilizada para coleta de amostra no ambiente ocupacional foi a de amostragem pessoal, na qual o equipamento de coleta, diretamente ligado ao empregado, foi mantido na zona respiratória do mesmo, continuamente durante toda a jornada de trabalho. A bomba gravimétrica foi posicionada na cintura do empregado e o amostrador fixado na lapela do uniforme. A cada montagem do aparato, o empregado foi inquirido quanto às condições de conforto e liberdade de movimentos. Apenas após sua concordância o equipamento era acionado e a medição iniciada.

3.3.12 Bomba Gravimétrica

Tabela V – Dados da Bomba Gravimétrica

Marca	Modelo
Ametek	Alpha - 3

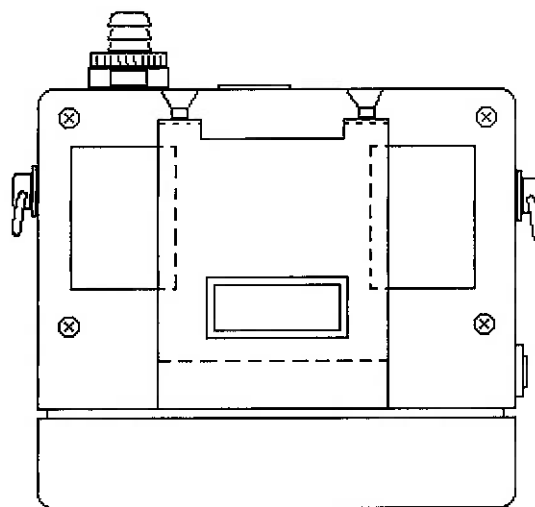


Figura 3 – Desenho da Bomba gravimétrica

3.13 Calibrador

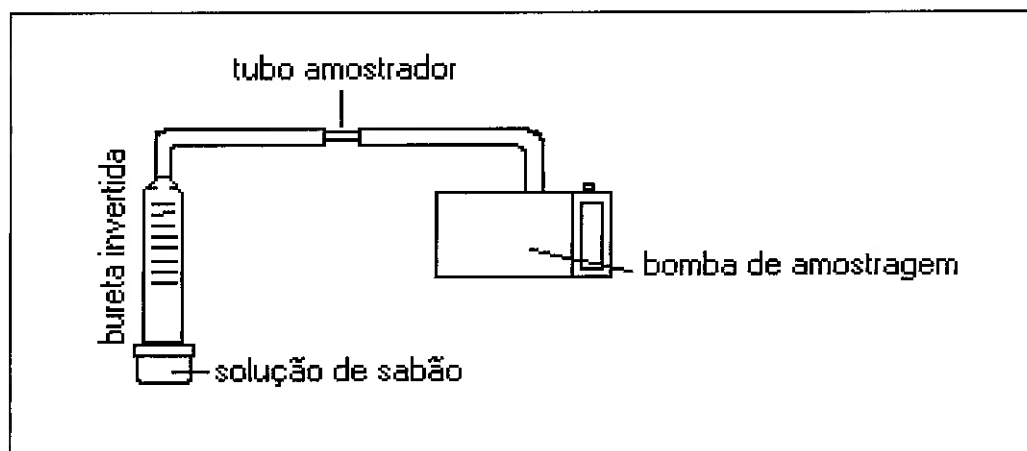


Figura 4 – Desenho do Calibrador de Vazão da Bomba Gravimétrica

Foi utilizado um calibrador de deslocamento de bolha de sabão, com tubo

graduado de 0 a 500 mililitros, conforme aparato ilustrado abaixo:

As bombas foram calibradas em momentos próximos ao início da coleta e deixadas funcionando previamente por alguns minutos, a fim de identificar possíveis falhas. Os equipamentos foram calibrados antes e depois de cada amostragem.

Utilizamos para o cálculo do volume a equação a seguir:

$$V = \frac{f1 + f2}{2} \times t \quad (\text{Eq. 1})$$

onde: V - volume da amostra

f1 - vazão inicial

f2 - vazão final

t - tempo de amostragem

Obs.: A diferença entre a vazão final e a inicial não foi maior que 5%.

Por se tratar do benzeno, um composto carcinogênico comprovado, o uso de proteção respiratória, além de outros EPI, no momento da lavagem de vidrarias de laboratório com querosene é obrigatório, pois o princípio da melhoria contínua parte da premissa de que não há limite seguro para trabalhos com o benzeno e que o cumprimento do VRT é obrigatório e não exclui o risco à saúde.

A caracterização destes EPI é ilustrada por meio das tabelas abaixo:

Proteção Respiratória

Tabela VI - Dados do EPI de Proteção Respiratória

Tipo	Certificado de Aprovação	Fabricante
Respirador com filtro combinado (químico e mecânico)	4115	3M

Proteção Visual e Facial

Tabela VII – Dados do EPI de Proteção Visual e Facial

Tipo	Certificado de Aprovação	Fabricante
Óculos de Segurança Proteção dos olhos contra respingos	8094	Balaska Equipamentos Indústria e Comércio Ltda

Proteção de Membros Superiores

Tabela VIII - Dados do EPI para Membros Superiores

Tipo	Certificado de Aprovação	Fabricante
Luvras de borracha nitrílica Luva de segurança contra agentes químicos	10146	MUCAMBO S.A

Proteção dos Membros Inferiores

Tabela IX - Dados do EPI para Membros Inferiores

Tipo	Certificado de Aprovação	Fabricante
Sapato de Segurança	13808	Marluvas Calçados de Segurança Ltda

4. RESULTADOS

Esta parte do trabalho apresenta o conjunto das cinco avaliações de cada laboratório, por meio de tabelas, tratamento estatístico e gráfico ilustrativo dos intervalos de confiança, o que auxilia muito na interpretação dos dados.

4.1 Critério Adotado para Interpretação dos Resultados

O critério adotado neste estudo de caso é o atendimento ao Valor de Referência Tecnológico e ao Índice de Julgamento do conjunto das cinco avaliações de benzeno para cada laboratório em estudo.

4.2 Interpretação dos Resultados

Analisando os dados constantes nas Tabela X e XII, verifica-se que para cada GHE estudado, houve sobre-exposição ao VRT em apenas um período de uma jornada, o que influenciou de modo direto a sobre-exposição ao IJ, calculado pelo tratamento matemático do conjunto das cinco avaliações de cada situação

Tabela X - Avaliações de benzeno – Lab. 410

Lab. 410

TÉC. QUÍMICO

Data:

Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/3046	3,00	0,00	0,003
VOC05/0944	2,50	0,00	0,003
	5,50		0,00

Data: 19/10/2004

Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/3111	3,00	0,00	0,003
VOC05/3119	2,50	2,30	5,750
	5,50		1,05

Data:

Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/3110	4,00	0,00	0,004
VOC05/3105	2,00	0,00	0,002
	6,00		0,00

Data:

Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/3084	4,00	0,00	0,004
VOC05/3087	3,00	0,00	0,003
	7,00		0,00

Data:

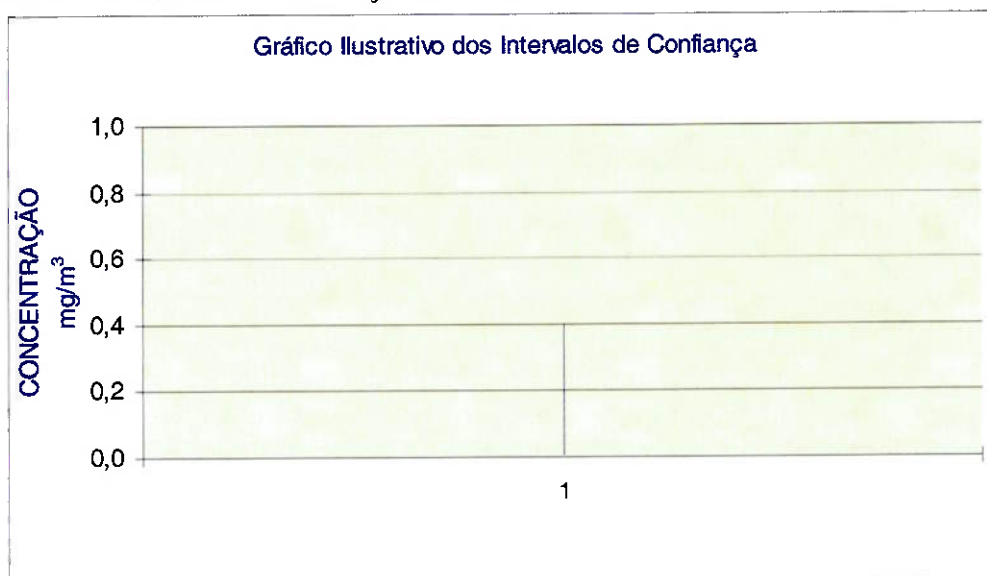
Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/3073	3,50	0,00	0,0035
VOC05/3104	3,00	0,00	0,003
	6,50		0,00

Tabela XI – Tratamento Estatístico das Avaliações de Benzeno

Laboratório410
TÉCNICO QUÍMICO

NÚMERO DE AMOSTRAS	5
TEMPO MÉDIO - h	6,10
DESVIO PADRÃO GEOMÉTRICO	1,35
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - Z1	-2,00
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - Z2	0,10
CONCENTRAÇÃO MÍN - mg/m ³	0,00
CONCENTRAÇÃO MÁX - mg/m ³	0,40
CONCENTRAÇÃO MÉDIA - mg/m ³	0,210
GRAU DE LIBERDADE	4
MÉDIA DOS ln(Xi)	-5,517
DESVIO PADRÃO DE M(ln)	2,78
t(/2) DE STUDENT	2,776
DPG(n-1)	16,14
LOG NEPERIANO DO LSC	1,80
LIMITE SUPERIOR DE CONFIANÇA (95%)	6,07
ÍNDICE DE JULGAMENTO	6,07

Gráfico 1 – Intervalos de Confiança – Lab. 410



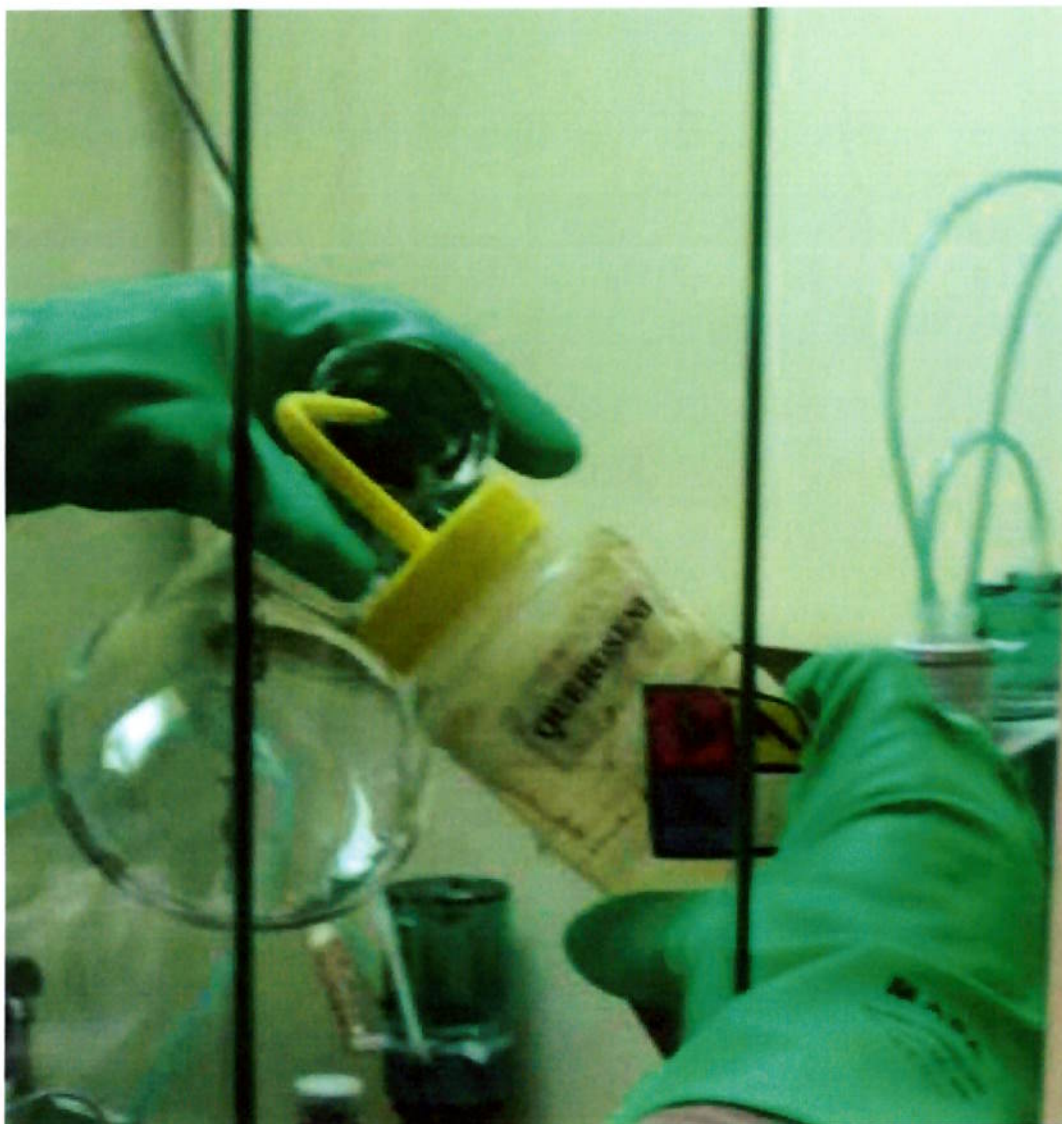


Foto 1 – Atividade de lavagem de vidrarias com querosene



Foto 2 – Uso de EPI e EPC (capela), na lavagem de vidrarias



Foto 3 – Pia de lavagem de vidrarias

Tabela XII – Avaliações de benzeno – Lab. 403/5/7/9

LAB. 403/409

TÉC. QUÍMICO

Data: 24/10/2004

Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/3090	4,00	0,00	0,004
VOC05/0846	3,00	0,00	0,003
	7,00		0,00

Data: 25/10/2004

Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/3076	4,00	0,00	0,004
VOC05/1273	3,00	1,23	3,690
	7,00		0,53

Data: 26/10/2004

Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/0836	4,00	0,00	0,004
VOC05/1260	3,00	0,00	0,003
	7,00		0,00

Data: 27/10/2004

Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/1255	4,00	0,00	0,004
VOC05/3099	3,00	0,00	0,003
	7,00		0,00

Data: 28/10/2004

Amostrador	Tempo da amostragem	Concentração ppm	CnTn
VOC05/0171	3,00	0,00	0,003
VOC05/0187	4,00	0,00	0,004
	7,00		0,00

Tabela XIII – Tratamento Estatístico das Avaliações Quantitativas de Benzeno

LABORATÓRIO 403/409

TÉCNICO QUÍMICO

NÚMERO DE AMOSTRAS	5
TEMPO MÉDIO - h	7,00
DESVIO PADRÃO GEOMÉTRICO	1,22
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - Z1	-2,00
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - Z2	0,10
CONCENTRAÇÃO MÍN - mg/m ³	0,00
CONCENTRAÇÃO MÁX - mg/m ³	0,35
CONCENTRAÇÃO MÉDIA - mg/m ³	0,11
GRAU DE LIBERDADE	4
MÉDIA DOS ln(Xi)	-5,654
DESVIO PADRÃO DE M(ln)	2,51
t(/2) DE STUDENT	2,776
DPG(n-1)	12,27
LOG NEPERIANO DO LSC	0,60
LIMITE SUPERIOR DE CONFIANÇA (95%)	1,83
ÍNDICE DE JULGAMENTO	1,83

Gráfico 2 – Intervalos de Confiança – Lab. 403/5/7/9

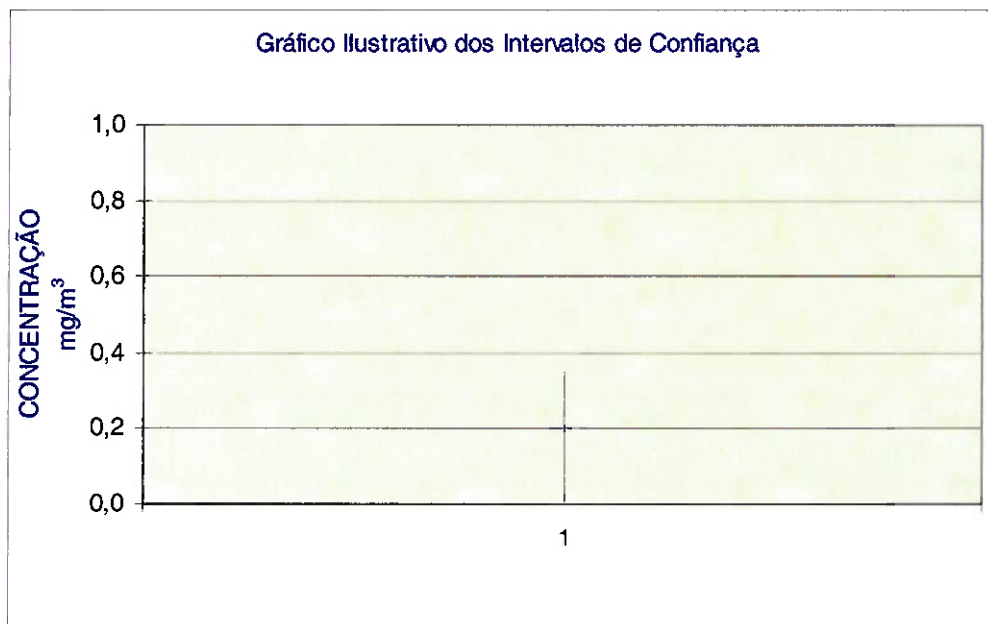




Foto 4 Estufa para retirada do óleo retido nas vidrarias, através de aquecimento brando



Foto 5 Estufa com exaustão para retirada do óleo retido nas vidrarias, através de aquecimento brando

5 DISCUSSÃO

Na abordagem deste capítulo, discorre-se sobre as técnicas e estratégias adotadas para implementação dos trabalhos da campanha e a composição dos dados que tornaram possível uma decisão sobre as formas de controle necessárias para a correção da situação dos laboratórios 403/5/7/9 e 410, o que possibilitou comparar o conjunto de valores obtidos com os requisitos legais e técnicos, contidos em legislações do M.T.E. Entende-se por campanha, para o fins deste estudo de caso, o conjunto de ações planejado e executado, com a finalidade de avaliar a exposição ao benzeno contido em correntes de hidrocarbonetos para dois GHE, limitado a um período de tempo e realizado de acordo com uma estratégia de amostragem previamente determinada

De início, a aplicação da ferramenta APR-HO (PB - PP- 03 - 00007 # Anexo 3), procedimento descrito no capítulo 3 da presente monografia, foi muito importante no que se relaciona ao atendimento da fase de reconhecimento do agente benzeno. Houve participação efetiva dos trabalhadores envolvidos, permitindo fácil aceitação dos mesmos, assim como a agilização da etapa. Também foi possível constatar uma maior transparência e compreensão do processo por parte da força de trabalho. Nenhuma das avaliações realizadas teve de ser descartada e não foram registradas demandas reclamatórias por parte dos envolvidos. Acredita-se que essa sistemática facilitou o desenvolvimento das etapas posteriores da Higiene Ocupacional.

Cabe explicar aqui a diferença entre os termos medição e avaliação, já que para a Higiene Ocupacional, os mesmos possuem diferenças sutis, mas que precisam ser destacadas para o perfeito entendimento das idéias nos momentos em que cada um deles aparecerem no texto. Enquanto medição está relacionada a conhecer o tamanho, mensurar, sendo dimensional, o termo avaliação tem para as exposições o significado de entender, julgar, decidir, concluir. Ou seja, “avaliar é bem mais que medir” (FANTAZZINI, 2004).

Não foram constatadas evidências que demonstrassem a busca para Determinação do Exposto de Maior Risco (EMR) (PB - PP- 03 - 00008 # Anexo 2), procedimento descrito no capítulo 3 da presente monografia. Conforme preconizado nos padrões de procedimentos da Petrobras, antes de montar uma campanha de avaliação para os componentes de um GHE, deve-se primeiro tentar encontrar o EMR por observação (experiência profissional) e somente após certificar-se da impossibilidade dessa descoberta é que se deverá partir para a adoção de uma outra estratégia de amostragem.

É importante no momento em que o gerente (coordenador ou supervisor) do empregado monitorado tiver que ratificar o passo a passo relatado na planilha de campo, verificando a veracidade sobre o tempo passado junto às fontes emissoras e o tempo apropriado comum a sua rotina. Este procedimento deve ser levado em conta no momento de validação da amostra. Neste aspecto, salienta-se que no Brasil, excepcionalmente, os higienistas ocupacionais têm que conviver com as tentativas dos trabalhadores amostrados de se exporem exageradamente nos dias em que estão portando os amostradores. Pelo fato da legislação previdenciária brasileira possuir o benefício da aposentadoria especial para os segurados que trabalham em condições de exposição semelhantes ao critério de insalubridade, o trabalhador cria uma expectativa de ter sua contagem de tempo de maneira especial. Sobre este assunto deve-se consultar o Decreto 4.882 de 18 de novembro de 2003, regulamentado pela Instrução Normativa número 99 do Instituto Nacional de Seguridade Social – INSS, de 12 de dezembro de 2003, onde encontra-se a atualização da legislação que trata deste tema.

Procurou-se mensurar no mínimo 70 % da jornada, conforme a premissa da ACGIH. Este fato leva a ausência de julgamento a respeito dos 30 % da jornada que não foram medidos. Denota-se pela maneira simples como o assunto foi colocado no texto acima, que não houve a preocupação de caracterizar o tempo não amostrado. Sabe-se que para concluir sobre a tolerabilidade de uma exposição, levando em conta o valor de intensidade explicitado como média geométrica, é

preciso conhecer sobre os períodos não amostrados de todas as jornadas que compõem as amostras da distribuição dos dados.

Devido ao não atendimento dos critérios legais, quanto a VRT e I J, em uma jornada completa, de um conjunto de cinco, para cada GHE, houve uma reunião entre as gerências, para investigar a(s) causa(s) deste descontrole operacional.

Causas físicas: falta de maior espaço de capelas e utilização de equipamentos de proteção coletiva (EPC) inadequados (exaustão deficiente de uma capela e utilização de coifa);

Causas humanas: não seguimento do padrão de lavagem de vidrarias do TPAP (uso de capelas inadequadas, uso de tolueno não recomendado, armazenamento de quantidades de produtos químicos acima do limite estabelecido), falta de treinamento de novos trabalhadores no procedimento de lavagem de vidrarias.

Causas sistêmicas: procedimento de lavagem insuficiente (necessidade de especificar/detalhar casos particulares. Ex.: uso do solvente clorofórmio para asfaltenos, lavagem com tolueno para os bechers de acidez do laboratório 410, falha no procedimento de inspeção da exaustão das capelas e falha no treinamento do pessoal.

Medidas corretivas (Ações de Controle)

- 1) Providenciar a substituição de nafta, tolueno e gasolina, por querosene, no padrão de lavagem de vidrarias;
- 2) Paralisar a realização de lavagem de vidrarias e solicitar a revisão e conserto imediatos da exaustão da capela do lab. 405, até a normalidade da situação, ou seja, para os casos de $I J \geq$ devem adotadas medidas de controle que conduzam a valores de $I J$ menor que 1;
- 3) Providenciar aumento da exaustão da coifa do laboratório 410;

- 4) Remover o excesso de solventes do laboratório 405, mantendo suas capelas vazias ao final do dia, principalmente em véspera de feriados e finais de semana;
- 5) Prover sistemas de garantia de sinalização automática, quando a exaustão estiver deficiente (alarme);
- 6) Revisar o lay-out dos laboratórios 403/5/7/9 e 410.

A eficácia das ações de controle pôde ser comprovada, por meio das reavaliações quantitativas de benzeno para os respectivos GHE dos laboratórios 403/5/7/9 e 410.

O método de análise adotado para este trabalho possui limite de detecção de 0,001 ppm, logo os resultados nulos ou abaixo deste limite foram considerados como 0,0005 ppm.

Lab.410		Lab. 403/5/7/9	
Data	CMPT	Data	CMPT
17/04/05	0,003 ppm	14/04/05	0,0005 ppm
18 /04/05	0,001 ppm	16/04/05	0,0005 ppm
19/04/05	0,018 ppm	19/04/05	0,0005 ppm
21/04/05	0,020 ppm	21/04/05	0,0005 ppm
24/04/05	0,017 ppm	22/04/05	0,0005 ppm

6. Conclusão

A exposição ocupacional ao benzeno ocupa um destaque importante, no que se refere às preocupações e dúvidas da força de trabalho, ainda que haja metodologias de amostragem e controles estabelecidos.

No capítulo 1 deste trabalho foi descrito de forma clara e concisa a proposta do estudo de caso, além da importância e justificativa da escolha do tema.

O capítulo 2 sobre Revisão Bibliográfica abordou com muita ênfase os aspectos toxicológicos e de monitorização biológica do benzeno, haja vista que o mesmo é comprovadamente cancerígeno. Também descreve de modo amplo a Higiene ocupacional e suas etapas, onde foi citado o Manual de Higiene Ocupacional da Petrobras, como referência para a condução dos trabalhos na empresa.

O capítulo 3, Materiais e Métodos, citou a caracterização física e de atividades dos laboratórios em questão, assim como relatou o procedimento de lavagem de vidrarias. Citou também a metodologia de desenvolvimento do trabalho, método analítico, procedimentos adotados para os equipamentos de medição e os tipos de EPI utilizados para a tarefa.

O capítulo 4, Resultados, descreveu os valores de Concentração Média ponderada pelo Tempo de cada jornada diária de trabalho, destacando as duas situações de não conformidade em relação a NR 15, Anexo 13-A e Instrução Normativa nº 1 de 20/12/1995. Descreveu também os resultados após as ações de controle efetuadas, uma vez que os valores de CMPT encontrados foram da ordem de partes por bilhão (ppb), muito menores que os valores iniciais.

O capítulo 5, Discussão, descreveu a importância da participação efetiva dos trabalhadores da TPAP, nas etapas de reconhecimento, avaliação e controle do agente químico benzeno, elencando as causas que levaram ao não atendimento da legislação. A proibição de se usar o tolueno, a gasolina e a nafta para a limpeza de material de laboratório foi uma das medidas de controle de maior importância, pois a substituição destas correntes por um composto menos agressivo diminuiu o risco de exposição ao benzeno, no ambiente de trabalho. Quanto à exaustão da capela do laboratório 410, o aumento do valor de 0,3 m/s para 0,6 m/s a colocou em conformidade com o que é preconizado pelo National Safety Council (USA), que apresenta como valor mínimo de tiragem de uma capela, que garanta

segurança aos usuários da mesma, 0,5 m/s, adotado pela Norma Petrobras CONTEC N-2675 - Segurança em Projetos de Laboratórios Químicos.

A utilização de máscaras contra vapores, na operação de lavagem de vidrarias do laboratório 410 foi de fundamental importância, pois, mesmo sabendo que este processo foi realizado com o auxílio de coifa, não é possível calcular sua tiragem, por não existir metodologia para esta quantificação.

A remoção do excesso de solventes do laboratório 405 foi importante, pois se tratam de compostos muito voláteis e de limiares de odor muito baixo, o que causa situações de desconforto aos trabalhadores deste local.

A atuação no sentido de se obter um local de trabalho mais organizado e limpo influenciou muito o moral dos trabalhadores, assim como a reforma para a obtenção de um leiaute funcional foi a premissa básica para uma melhor gestão do padrão de lavagem de vidrarias.

Portanto, chegamos a conclusão final de que interferentes humanos e físicos podem, quando não observados, ocasionar situações de perigo ou determinar agravos importantes à saúde, deixando desta forma evidenciada a necessidade da criação e implementação de procedimentos, acompanhados de treinamento e a formação de uma conscientização de que estes devem ser seguidos, não somente visando a qualidade na produção, mas principalmente a proteção da saúde dos trabalhadores envolvidos.

LISTA DE REFERÊNCIAS

GOES, R.C., Toxicologia Industrial.: Um guia prático para Prevenção e Primeiros Socorros, Rio de Janeiro, Revinter,1997.

GOELZER, B.F., “Fazendo” Higienistas Ocupacionais. Disponível em <www.goelzer.net/berenice/pub/fazendo%20higienistas%20ocupacionais.htm>. Acesso em 20 de março de 2006.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01 de 20 de Dezembro de 1995 – MTE site http://www.mte.gov.br/Empregador/segsau/ComissoesTri/cnpb/normativa/conteudo/norma_01.asp
Acesso em 23 de Maio de 2006

LEIDEL, N.A; BUSH,K.A; LYNCH,J.R., Tradução não Autorizada do Manual de Estratégias de Amostragem da Exposição Ocupacional – NIOSH 76-120 (1977). ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biologic Exposures Indices – 1998. Cincinnati, Ohio: ACGIH

N.A. Leidel, K.A. Bush, J.R. Lynch, NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health). Manual of Analytical Methods (NMAM). 4. ed., 1984.

Pós texto

Anexo 1



Figura 1 – Localização e acesso ao CENPES



Foto 1 – Vista aérea do CENPES

Anexo 2

Identificação

Nome / Marca Comercial:	Benzeno
Nome Químico:	Benzeno
Sinonímia I:	Hidreto de fenila
Sinonímia II:	ciclohexatrieno
Sinonímia III:	benzol
Família ou Função Química:	hidrocarboneto aromático
Número do CAS:	71-43-2
Fórmula:	C_6H_6
Peso Molecular:	78,11
Última Revisão:	08/06/05
Revisor:	BZT6
Aprovação da Revisão:	N.D.
Fontes de Referência:	Merck ; Fisher ; Tomes Plus ; Cetesb

Estado Físico:	líquido
Aparência:	incolor
Odor:	característico de compostos aromáticos
Ponto de Ebulição (°C) a 101,325 kPa (760 mm Hg):	80,1°C
Ponto de Fusão (°C):	5,5°C
Pressão de Vapor mmHg a 20°C:	101 hPa (20°C)
Densidade do Vapor (ar = 1):	2,8
Densidade (água = 1):	0,88 g/cm ³ (20°C)
Viscosidade mPa/s (cP) a 20°C:	0,66 mPa/s a 20°C (dinâmico) ; 0,75 mm ² /s (cinemático)
Voláteis (% em volume):	100 (21°C)
Taxa de Evaporação (éter etílico = 1):	2,8
pH (solução aquosa 1%):	ND
Solubilidade em Água (g/100 g):	pouco solúvel (1,77 g/l a 20°C)
Solubilidade (solv. org.):	éter, etanol

Reatividade

Estabilidade:	Condições determinantes de instabilidade:
Estável	Aquecimento excessivo e fontes de ignição.
Temperatura de decomposição (°C):	Produtos na decomposição térmica:
ND	Óxidos de carbono.
Reação descontrolada:	Condições favoráveis a reação descontrolada:
Não Ocorre	NA
Materiais incompatíveis:	
Cloro, oxigênio, ozônio, ácidos minerais, enxofre, halogênios, compostos halogênio-halogênio, hidrocarbonetos halogenados, permanganatos, ácido sulfúrico, peróxidos, paradoratos, agentes nitrantes, ácido nítrico, ácido crômico anidrido, trióxido de cromo, iodo pentafluoreto, iodo heptafluoreto, dióxigenil tetrafluoroborato, dióxido difluoreto + fluoreto de hidrogênio, peróxido de sódio, hexafluoreto de urânio, pentafluoreto de bromo, trifluoreto de cloro, nitrila perclorato, pentafluoreto de arsênio, metóxido potássio, ácido permangânico, ácido peroxidissulfúrico, oxigênio líquido, ácido peroxomonosulfúrico, metais percloratos e oxidantes fortes.	
Informações Adicionais:	
Evaporável em corrente de vapor de água, incompatível com borracha e diversos materiais sintéticos, suscetível de formar misturas explosivas com o ar no estado vapor/gás.	

Risco de Incêndio e Explosão

Ponto de fulgor (°C):		Ponto de combustão (°C):		Ponto de auto-ignição (°C):	
-11°C		ND		555°C	
Limite de inflamabilidade (%):			Limite de explosividade:		
Inferior		Superior	Inferior		Superior
ND		ND	1,4		8
Classificação de incêndio/inflamabilidade:					
extremamente inflamável					
Agentes extintores:					
Pó químico, CO ₂ , água neblina e espuma.					
Recomendações especiais:					
A formação de misturas explosivas com o ar é possível já a temperaturas normais. Há que ter precaução com a ignição de retrocesso. Em caso de incêndio formam-se gases inflamáveis e vapores perigosos. Arrefecer o recipiente com água de pulverização a uma distância segura. Precipitar com água os vapores que se libertam. Evitar a infiltração da água de extinção nas águas superficiais ou nas águas subterrâneas.					

Reatividade

Estabilidade:	Condições determinantes de instabilidade:
Estável	Aquecimento excessivo e fontes de ignição.
Temperatura de decomposição (°C):	Produtos na decomposição térmica:
ND	Óxidos de carbono.
Reação descontrolada:	Condições favoráveis a reação descontrolada:
Não Ocorre	NA
Materiais incompatíveis:	
Cloro, oxigênio, ozônio, ácidos minerais, enxofre, halogênios, compostos halogênio-halogênio, hidrocarbonetos halogenados, permanganatos, ácido sulfúrico, peróxidos, percloratos, agentes nitrantes, ácido nítrico, ácido crômico anidrido, trióxido de cromo, iodo pentafluoreto, iodo heptafluoreto, dióxigenil tetrafluoroborato, dióxido difluoreto + fluoreto de hidrogênio, peróxido de sódio, hexafluoreto de urânio, pentafluoreto de bromo, trifluoreto de cloro, nitrila perclorato, pentafluoreto de arsênio, metóxido potássio, ácido permangânico, ácido peroxidissulfúrico, oxigênio líquido, ácido peroxomonossulfúrico, metais percloratos e oxidantes fortes.	
Informações Adicionais:	
Evaporável em corrente de vapor de água, incompatível com borracha e diversos materiais sintéticos, suscetível de formar misturas explosivas com o ar no estado vapor/gás.	

Propriedades Toxicológicas

Classificação	
Asfixiante:	Não.
Asfixiante químico:	Não.
Irritante:	Sim.
Corrosivo:	Não.
Altera comportamento:	Sim.
Limite odor (ppm):	4,68
Limite de tolerância biológico (LTB):	ND

Limites de Tolerância				
Produto / Componente	LT Brasil		LT ACGIM	
	LT-MP ou LT-TETO	VM	TLV-TWA ou TLV-C	TLV STEL
Benzeno	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Concentrações e Doses Letais	
Ingestão DL 50 e/ou DL 0 (mg/Kg):	930 (Rato)
Inalação CL 50 e/ou CL 0 (ppm):	44 mg/l/4H (Rato)
Pele DL 50 e/ou DL 0 (mg/Kg):	>940 uL/kg (Coelho)
IDHL (ppm):	500

Efeitos Tóxicos

Sistema respiratório:	irritação, Edema pulmonar. Hemorragia. Fadiga, tonteira. Depressor do SNC, com dor de cabeça, convulsão e até morte. Pode causar tonteira, inconsciência, ataxia, vertigem, letargia, sonolência e coma. Pode ser absorvido pelos pulmões.
Olhos:	Irritação, queimadura
Pele:	Irritação, dermatite, vermelhidão.
Efeitos tóxicos agudos:	Altera órgão formador de sangue causando anemia, leucopenia, plaquetomia. Perigo de aspiração. Pode ser fatal!
Efeitos tóxicos crônicos:	Possível cancerígeno! Efeitos reprodutivos. Provoca anemia e anormalidades sanguíneas. Efeitos imunodepressivos.
Informações adicionais:	Essa substância deve ser manuseada com cuidado especial.

Medidas de Proteção

Proteção coletiva:	Ventilação local exaustora ou geral diluidora (com renovação de ar) para manter a exposição abaixo do Limite de Tolerância.
Proteção individual	
Respiratória:	quando necessário, respirar com filtro químico para vapores orgânicos, equipamento de respiração autônoma ou conjunto de ar mandado, dependendo das condições de exposição
Olhos:	nas operações onde possam ocorrer projeções ou respingos, recomenda-se o uso de óculos de segurança ou protetor facial.
Pele:	recomenda-se o uso de roupas de manga comprida, luvas e botas de PVC.
Outras:	Mantenha chuveiros de emergência e lava-olhos disponíveis nos locais onde haja manipulação do produto. Higiene industrial: mudar imediatamente a roupa contaminada. Profilaxia cutânea. Depois de terminar o trabalho, lavar as mãos e o rosto. Nunca comer ou beber no local de trabalho. Trabalhar com capela. Não inalar a substância.
Vazamento / Derramamento:	Armazenar em local fresco e bem ventilado e hermeticamente fechado. Absorver com um agente higroscópico (CHEMIZORB). Proceder à eliminação de resíduos. Limpeza posterior. Perigo de explosão.

GLOSSÁRIO

Citogenética: Estudo microscópico do aspecto e comportamento dos cromossomos durante o ciclo de divisão celular e suas implicações com as características expressas pelo indivíduo.

Mielotóxicos : Tóxico para o Tecido que preenche cavidades de osso esponjoso e o canal medular dos ossos longos

Tropismo: Reação de aproximação ou de afastamento do organismo em relação à fonte de um estímulo.

Leucopenia : Diminuição do número de leucócitos no sangue.

Neutropenia: Baixa no número de leucócitos neutrófilos no sangue.

Hipoplasia: Subdesenvolvimento de órgão ou de tecido.

Plaquetopenia: Diminuição do número de plaquetas no sangue.

Policitemia Alteração sanguínea de que há formas primitivas e secundárias (estas últimas, p. ex., na hipóxia e em tumores diversos), e que se caracteriza por aumento grande e absoluto da quantidade de hemácias circulantes.

Leucocitose: Aumento transitório da taxa de leucócitos no sangue.

Eosinofilia: Formação e aparecimento no sangue, verificável pelo hemograma, de quantidade anormal de leucócitos eosinófilos.

Eritrócitos: Célula, anucleada na espécie humana, rica em hemoglobina e que tem como função o transporte dos gases envolvidos no processo respiratório; hemácia, glóbulo vermelho do sangue.

Leucócitos: Célula sanguínea incolor envolvida na defesa orgânica celular e imunitária; glóbulo branco de sangue

Plaquetas: Corpúsculo anucleado, derivado de megacariócito, específico de mamíferos e relacionado com o processo de coagulação do sangue.

Trombocitopenia: diminuição dos corpúsculos relacionados com a coagulação do sangue.

Pancitopenia: Diminuição de todas as células sanguíneas;

Hematotóxicos: tóxicos para as células sanguíneas;

Leucemia: Doença maligna dos órgãos hematopoéticos, de que há vários tipos, e que tem como característica a proliferação e o desenvolvimento desordenados de leucócitos e de células precursoras deles, no sangue e na medula óssea.

Metaplasia mielóide Transformação mediante a qual um tipo de célula adulta de um tecido (5) passa a outro tipo, que não é normal para ele.

Macrocitose, Hemácia anormalmente grande

Epistaxes Hemorragia nasal;

Menorragia Perda uterina excessiva de sangue, ocorrendo em intervalos regulares e sendo o período de perda mais duradouro que o habitual na menstruação.