

Alexandre Jung

**AVALIAÇÃO DO RISCO DE EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO ELEMENTAR
EM UMA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado
Profissionalizante em Engenharia como requisito parcial
à obtenção do título de Mestre em Engenharia –
modalidade Profissionalizante – Ênfase em Ergonomia.

Orientadora: Dra. Maria da Graça Jacques

Porto Alegre, 2004

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profa. Maria da Graça Jacques, Dra.
Orientadora da Escola de Engenharia/UFRGS

Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dra.
Coordenadora MP/Escola de Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Profa. Lia Buarque de Macedo Guimarães, Ph.D.
PPGEP/UFRGS

Prof. Dr. Roberto Moraes Cruz
Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Santa Catarina, Brasil

Prof. Dr. Paulo Antônio Barros Oliveira
Centro de Documentação, Pesquisa e Formação em Saúde e Trabalho - CEDOP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Patrícia.

AGRADECIMENTOS

De maneira muito singela, quero agradecer a muitas pessoas que auxiliaram no aprendizado que resultou neste trabalho. Apesar de serem muitas, não poderia deixar de mencionar aquelas que mais me auxiliaram.

Primeiramente, à minha esposa Patrícia, que sempre me incentivou, mesmo nas horas de maior desânimo e dificuldade.

Agradeço a todos os meus amigos e trabalhadores do Hospital de estudo, na pessoa de seu diretor médico Ernani Vicente Bender Júnior e do diretor técnico da Instituição, médico Claidir Luis de Paoli, que permitiram realização deste trabalho sem restrições, demonstrando efetivamente seu interesse na melhoria da qualidade do trabalho ali desempenhado.

À minha professora orientadora Dra. Maria da Graça Jacques, pela incansável orientação, estímulo e prontidão no auxílio, o que, com certeza, levarei como exemplo.

À professora Dra. Lia de Macedo Guimarães, co-orientadora, pelo seu conhecimento em Ergonomia, seus ensinamentos e seu estímulo no estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), aos professores e funcionários do Laboratório de Otimização de Processos e Produtos (LOPP), em especial à Roselaine Batista, pela ajuda na análise estatística dos dados.

A todos os colegas mestrandos do Programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção (PPGEG) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao senhor engenheiro Lamartine Diniz Barazzutti, que possibilitou a execução da avaliação ambiental com excelência.

Meu agradecimento também à psicóloga Cristiane Pivatto, que durante todo o trabalho me auxiliou na obtenção de literatura, execução e interpretação de testes psicológicos, bem como me passou muitos ensinamentos na área de Psicologia, que tive o privilégio de com ela aprender.

Não poderia ter executado esse trabalho se não tivesse um coleguismo na minha atividade profissional. Agradeço, portanto, às minhas colegas de trabalho fisioterapeutas Marinês Lurdes Gerhardt e Larissa Deon Kich, que, em minhas ausências, cuidaram de meus afazeres profissionais com dedicação e amizade.

À equipe de enfermagem do Hospital de estudo, especialmente, às trabalhadoras que diretamente se submeteram aos exames biológicos e aos testes psicológicos.

À minha família sem distinção, pelo apoio de sempre, pelo incentivo e ajuda.

Por fim, agradeço a alguém que não poderá me ouvir, mas que foi tão importante que não há como esquecer. A pessoa que me disse que, mesmo em dificuldades, não podemos desistir e que sem trabalho não se chega a lugar nenhum. Seu exemplo gostaria de seguir sempre: meu pai, Décio Jung.

Não é justo nem humano exigir do homem tanto no trabalho a ponto de fazer pelo excesso de fadiga, embrutecer o espírito e enfraquecer seu corpo. A atividade do homem, restrita como sua natureza, tem limites que não se pode ultrapassar.

Papa Leão XIII, 1891

RESUMO

O metal mercúrio é conhecido pela sua grande toxicidade apesar de seu emprego difundido. Desde a Antigüidade, se reconhece sua ação tóxica na exposição ocupacional. Em alguns ambientes laborais, os riscos são maiores, como é o caso de hospitais, que utilizam o mercúrio elementar em vários equipamentos, especialmente em termômetros de verificação da temperatura corporal, largamente empregados. Como na instituição objeto deste estudo foram quebrados 148 termômetros em uma Unidade de Terapia Intensiva no período de um ano, esta pesquisa objetivou a realização de uma avaliação de alguns indicadores ambientais neste espaço de trabalho e de alguns indicadores biológicos e psicológicos em uma amostra de trabalhadores desta unidade, que se dispuseram a participar da pesquisa. A avaliação de tais indicadores são recomendados como pertinentes pela literatura (ATSDR, 1989). Não se detectou em nenhuma das avaliações realizadas, índices acima das normas estabelecidas. Interpreta-se que a temperatura da unidade (20°C) reduz a possibilidade do mercúrio se volatilizar e intoxicar os trabalhadores. As regras de higiene, típicas do contexto hospitalar, e a rotina de rápido recolhimento dos resíduos dos termômetros quebrados e seu acondicionamento em recipientes com tampa são os principais fatores explicativos para os índices encontrados.

Palavras-chaves: ergonomia, ergonomia hospitalar e mercúrio elementar.

ABSTRACT

Mercury is known by its great toxicity in spite of its wide use. Its toxic action in the occupational exposition has been known since ancient time. In some working places risks are great such as hospitals. Once mercury is used in a greater variety of equipments, especially in thermometers to check bodily temperature. In the institution where this study was carried out 148 thermometers were broken in the intensive care unit in a one-year period. This paper aims at assessing environmental e as well as some biologic and psycho logic rates in this area considering a group of employees of this unit, who were willing to take part in the study the rate assessment is recommended by literature (ATSDR 1989). In rates above normality have not been found in these assessments therefore, it is concluded that the unit temperature (20°C) reduces in mercury the possibility to volatize and intoxicate employees. Hygiene rules, usual in the hospital routine, as well as quich collection of residues from the broken thermometers and their placement in containers with lids are the main reason for the found rates.

Key Words: ergonomics, hospital ergonomics and elemental mercury

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Intervalo de concentração de mercúrio total e seus compostos em algumas amostras biológicas e ambientais	p 42
Figura 2: Bomba Accuro de fole / Dräger Röhrchen	p 47
Figura 3: Tubo reagente / Dräger Röhrchen	p 47
Figura 4: Detecção de mercúrio	p 50
Figura 5: Coleta do mercúrio com auxílio de papel	p 50
Figura 6: Armazenamento do mercúrio em um vidro	p 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Equipamentos e usos de mercúrio em ambiente hospitalar	p 16
Tabela 2: Utilidades do mercúrio elementar, inorgânico e orgânico	p 23
Tabela 3: Níveis laboratoriais do mercúrio e seus efeitos	p 32
Tabela 4: Relação dos aspectos psicológicos do trabalho da UTI e sintomas da intoxicação por mercúrio	p 37
Tabela 5: Métodos para a quantificação de mercúrio e limites de detecção	p 43
Tabela 6: Intervalos da monitoração do ambiente de trabalho	p 49
Tabela 7: Análise através da medida de detecção de vapores e gases de mercúrio no ambiente	p 53
Tabela 8: Resultados da medida de mercúrio (creatinúria) na urina: níveis de mercúrio e creatinúria	p 54
Tabela 9: Intensidade de depressão baseada em escores	p 55
Tabela 10: Relacionando escores e interpretação dos resultados no teste D2 (Atenção Concentrada) / erros de omissão	p 56

SUMÁRIO

RESUMO	p 08
ABSTRACT	p 09
LISTA DE FIGURAS	p 10
LISTA DE TABELAS	p 11
SUMÁRIO	p 12
1 INTRODUÇÃO	p 14
2 REFERÊNCIAS TEÓRICAS	p 19
2.1 MERCÚRIO: CARACTERÍSTICAS, AÇÃO TÓXICA E UTILIZAÇÃO NOS CONTEXTOS LABORAIS	p 19
2.2 FISIOPATOLOGIA E TOXICOLOGIA DA INTOXICAÇÃO POR MERCÚRIO ELEMENTAR	p 26
2.3 DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO	p 31
2.4 AS RELAÇÕES ENTRE OS ASPECTOS PSICOLÓGICOS E O TRABALHO E OS SINTOMAS DA INTOXICAÇÃO POR MERCÚRIO	p 34
3 METODOLOGIA	p 38

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL E AMOSTRA	p 44
3.1.1 Medida de detecção de vapores e gases de mercúrio no ambiente	p 47
3.1.1.1 Tempo de monitoração	p 48
3.1.1.2 Descrição da situação avaliada	p 49
3.1.2 Medida de mercúrio (creatinúria) na urina	p 50
3.1.3 Medida de depressão e atenção concentrada	p 51
4 RESULTADOS	p 52
4.1 MEDIDA DE DETECÇÃO DE VAPORES E GASES DE MERCÚRIO NO AMBIENTE	p 52
4.2 MEDIDA DE MERCÚRIO (CREATINÚRIA) NA URINA	p 54
4.3 MEDIDA DE DEPRESSÃO E ATENÇÃO CONCENTRADA	p 55
4.3.1 Inventário de Beck – depressão	p 55
4.3.2 Teste D2 – Atenção concentrada	p 56
5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	p 58
REFERÊNCIAS.....	p 62
APÊNDICE	p 64

1 INTRODUÇÃO

Ninguém contesta a toxicidade do metal mercúrio. O hidrarginismo, doença caracterizada pela intoxicação do mercúrio, é mencionada e reconhecida como doença ocupacional, derivada da exposição a este metal em locais de trabalho.

A ação tóxica do mercúrio na exposição ocupacional é conhecida desde a antiguidade, quando era usado para a decoração, em pinturas de castelos e no trabalho de mineração, que foi intensificado durante o império romano (BATTIGELLI, 1983). Há diferentes meios de intoxicação. A mais comum durante a atividade laboral é a intoxicação crônica, mas também podem ocorrer acidentes, que provocam intoxicação aguda. O mercúrio por ser inodoro e incolor torna-se especialmente perigoso quando aquecido na forma de vapor.

À medida que o mercúrio é industrializado, passa por transformações que possibilita outros empregos. Assim, existem três formas químicas do mercúrio: o mercúrio elementar, o inorgânico e o orgânico. Todos derivam do cinabre, a partir da combustão do sulfeto livre. O mercúrio dissolve facilmente o ouro, a prata, o chumbo e outros metais, formando ligas relativamente consistentes conhecidas como amálgamas. Oxida-se rapidamente. Seu uso industrial é bastante amplo, podendo ser aproveitado em vários segmentos da indústria de transformação. Para o diagnóstico das intoxicações por mercúrio, a forma química influencia interpretação dos achados laboratoriais e o mecanismo de toxicidade; por isso, apresenta características diferenciadas.

Cabe à Ergonomia uma investigação sobre as condições de trabalho, especialmente onde se verificar a presença do metal mercúrio na atividade laboral, até porque muitas vezes,

o mercúrio é subestimado e até mesmo esquecido, como nas condições laborais de um hospital.

O ambiente hospitalar é rico, variado e peculiar. A relação entre seus vários aspectos é potencializada pela necessidade de respostas imediatas e de uma estrutura pronta para qualquer evento. Tal estrutura é cara, complexa e dependente de pessoal especializado e bem treinado nas mais diversas funções que exercem no ambiente hospitalar.

Esses trabalhadores estão submetidos às mais variadas tarefas: das mais complexas às mais simples, em geral sob pressão. A maioria das tarefas exige agilidade e prontidão, sendo estabelecidas rotinas em busca de padronização. O nível de consciência dos atos automatizados, segundo Guimarães (2002), é mínimo; conseqüentemente, há maior possibilidade de erro ao executar uma simples tarefa automatizada.

Muitos instrumentos utilizados no ambiente hospitalar fazem uso do mercúrio elementar, um elemento de extrema toxicidade, que oferece riscos à saúde humana. A tabela 1 abaixo, exemplifica alguns equipamentos e usos de mercúrio em ambiente hospitalar.

Tabela 1- Equipamentos e usos de mercúrio em ambiente hospitalar.

Equipamento	Uso
Baterias –Oxido de Mercúrio	Detector Fetal
	Desfibrilador
	Alarme de Temperatura
	Alarme de Espirômetro
	Analísadores
Termômetros	Mensuração de Temperatura
Esfignonamômetros	Mensuração da Tensão Arterial
Instrumentos Eletrônicos	Controladores de Temperatura
	Relógios
	Refrigeradores
Lâmpadas	Lâmpadas Fluorescentes
	Lâmpadas Ultravioletas

Fonte: <http://www.Epa.Gov/seahome/mercury/src/sources.htm>. Acesso em 23 de Janeiro de 2004.

Os termômetros clínicos que utilizam o mercúrio elementar são usados rotineiramente pelos trabalhadores hospitalares, quando da verificação da temperatura corporal dos pacientes. Em algumas prescrições médicas, essa tarefa é solicitada de duas em duas horas, ou seja, doze vezes ao dia.

Em ambiente hospitalar, o uso continuado do termômetro se torna uma rotina cuja importância, tem sido menosprezada. Existem particularidades quanto à quebra dos termômetros: o primeiro é seu próprio uso, pois a verificação correta da temperatura exige que todo o mercúrio esteja posicionado abaixo de 35° C. Para baixar o mercúrio do termômetro, são feitos movimentos rápidos, vigorosos e rítmicos com o instrumento. Este gesto, se não for adequado, facilita a quebra do termômetro, quando é arremessado com o movimento.

O uso adequado do termômetro e, conseqüentemente, a tomada ou a verificação da temperatura corporal necessita que o verificador deixe o termômetro de 3 a 5 minutos no

paciente; durante esse período de tempo, o trabalhador executa outras tarefas ou atividades, o que pode provocar omissão ou lapso na finalização da tarefa.

Os pacientes também podem agitar-se durante a mensuração, havendo a possibilidade de quebra de termômetros de coluna de mercúrio. Outro motivo de quebra é o esquecimento durante a verificação; ou seja, ao manipular o paciente, o termômetro cai, quebrando e expondo o mercúrio no ambiente.

Todas essas considerações apontam para a relação entre a quebra de termômetros de mercúrio e o erro na execução das atividades. Erro cuja frequência pode ser aumentada no ambiente hospitalar visto o exercício de funções sob pressão e, às vezes, automatizadas, como é o caso da medição de temperatura corporal. A quebra do termômetro expõe trabalhadores e pacientes ao risco de exposição ao mercúrio elementar que o instrumento contém.

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a exposição por mercúrio elementar, em virtude da quebra de termômetros clínicos, através de monitoração ambiental, entre trabalhadores em uma unidade hospitalar com elevada incidência de quebra de termômetros clínicos. Propõe-se, também, a avaliação de indicadores biológicos de alguns trabalhadores dessa unidade. O estudo faz uma revisão de literatura sobre o mercúrio, sua definição, seus diferentes tipos, sua fisiopatologia, sua toxicologia, seu emprego em contextos laborais e a legislação que rege o seu uso. Complementa-se o estudo com uma avaliação de indicadores psicológicos desses trabalhadores, já que a literatura (FOÁ, 1985; FOÁ E CAIMI, 1981) registra como primeiros sintomas os psicológicos.

A proposição deste tema se construiu a partir da experiência laboral do pesquisador em uma Unidade de Tratamento Intensivo como fisioterapeuta. A constatação diária do número de termômetros de mercúrio quebrados associados aos conhecimentos adquiridos em Saúde do Trabalhador suscitou o interesse pela temática.

Um equívoco no diagnóstico de intoxicação por mercúrio pode levar a tratamentos inadequados e ocorrer o agravamento do quadro pela permanência da exposição ao agente. Os sintomas causados pela intoxicação por mercúrio podem ser confundidos ou encobertos por outros diagnósticos, como diagnósticos psiquiátricos associados ao ambiente hospitalar. No caso dos trabalhadores de Unidades de Terapia Intensiva, por estarem submetidos a uma rotina que proporciona situações de ansiedade, de estresse e de tensão. Em síntese, alguns sintomas da intoxicação por mercúrio podem passar despercebidos e serem interpretados como psicológicos.

O interesse pela temática acompanhou o percurso do pesquisador durante a formação na pós-graduação. O convívio diário no local de trabalho com constantes quebras de termômetros de mercúrio em ambiente fechado suscitou a realização desta investigação, com a preocupação voltada, principalmente, para o caráter cumulativo dos efeitos do mercúrio no organismo humano. A saúde humana é o principal objetivo da Ergonomia.

2 REFERÊNCIAS TEÓRICAS

2.1 MERCÚRIO: CARACTERÍSTICAS, AÇÃO TÓXICA E UTILIZAÇÃO NOS CONTEXTOS LABORAIS

O mercúrio é um metal pesado, tóxico, inodoro e líquido à temperatura ambiente. Tem a característica de se volatilizar facilmente. Seu símbolo químico é Hg, que deriva da palavra grega *hydrargyrum*, ou água de prata (ANDRADE E FILHO; CAMPOLINA; DIAS, 2001). Apresenta cor prateada, número atômico 80 e peso atômico 200,59 densidade, 13,6 g/ml, temperatura de fusão 38,87°C e ebulição em +356,58°C.

O mercúrio, quando aquecido, transforma-se em um gás incolor e inodoro (ATSDR, 1989), e, de acordo com a temperatura, a concentração de mercúrio elementar ou metálico no ar se altera. A 0°C, a concentração de mercúrio no ar é de 2.18mcg/m³; a 30, a concentração é de 29.500 mcg/m³ e a 40, é de 62.600 mcg/m³ (PIRES, MACHADO e BITTAR, 1994).

Desde a descoberta do uso do mercúrio, que data de mais de 1200 anos a.C., o seu emprego é cada vez mais difundido. É usado na indústria, especialmente de cloro e soda, na medicina, na odontologia, na produção de agrotóxicos e de aparelhos de precisão. É imprescindível salientar que grande quantidade é empregada em garimpos para extração do ouro.

O mercúrio ocorre no meio ambiente associado a outros elementos. O mais comum é o enxofre, com quem forma o minério cinabre (Mgs), composto de cor vermelha ou preta, cujas maiores reservas se encontram na Espanha e na Itália (CANELA, 1995). Nas minas da

Espanha, registros mostram que o início da exploração de mercúrio se deu há pelo menos dois mil anos; na China, o uso de cinabre como pigmento de tinta vermelha, aponta para o início da aplicação de mercúrio há três mil anos.

A ação tóxica do mercúrio na exposição ocupacional é conhecida desde a antiguidade, quando era usado para decoração e pinturas de castelos, bem como no trabalho de mineração, que foi intensificado durante o império romano (BATTIGELLI, 1983). O uso do mercúrio, em diversos setores laborais, vem expondo os trabalhadores a este metal tóxico. Há diferentes meios de intoxicação: a mais comum durante a atividade laboral é a intoxicação crônica. Também podem ocorrer acidentes que provocam intoxicação aguda. O mercúrio torna-se especialmente perigoso na forma de vapor, quando aquecido, especialmente por ser inodoro e incolor.

Embora todas as pessoas estejam potencialmente expostas ao mercúrio ambiental, o risco maior ocorre na exposição ocupacional aos vapores de mercúrio e seus compostos inorgânicos. Anualmente, segundo a Agência de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (ATSDR 1989), aproximadamente 70 mil trabalhadores são expostos ao mercúrio nos EUA. A exposição ao mercúrio em ambientes de trabalho deveria ser mínima ou inexistente, porque não há elementos para estabelecer limites seguros. A Organização Mundial de Saúde (1990) aponta a dificuldade de fixar limites seguros. Na legislação brasileira, o limite de referência de normalidade de mercúrio na urina (HgU) é de 5 µg por grama de creatinina para a população em geral; de 35 µg de Hg/g creatinina para o trabalhador e de 40 µg de mercúrio no ar. No entanto, esses limites têm sido frequentemente ultrapassados (FARIA, 2003).

O mercúrio é um metal que se combina com outros elementos tais como o cloro, o enxofre, o oxigênio para dar forma a outros compostos ou sais inorgânicos, geralmente pós ou cristais brancos. O mercúrio combina também com o carbono para fazer compostos orgânicos do mercúrio. O mais comum é o metilmercúrio que é produzido principalmente por microorganismos no meio ambiente, na água e no solo, conhecido como Ciclo do Mercúrio (OGA, 1996). A sua alta toxicidade decorre de suas várias formas químicas (metálica, iônicas, Hg^+ , Hg^{++} , e compostos orgânicos), e de sua elevada volatilidade e solubilidade em água e lipídios.

A progressiva utilização do mercúrio para fins industriais e o emprego de compostos mercuriais durante décadas na agricultura resultaram no aumento significativo da contaminação ambiental por este metal, especialmente da água e dos alimentos. Nas minas, as estimativas indicam que cerca de 10.000 toneladas de mercúrio por ano sejam extraídas. Outras fontes importantes são a queima de combustíveis fósseis, fundição de minérios de sulfetos, produção de cimento e incineração de rejeitos, que contribuem significativamente para a contaminação da atmosfera por este agente. Também a queima de combustíveis fósseis é considerada uma fonte de mercúrio. As indústrias de cloro-soda, de equipamentos eletrônicos, de fabricação de tintas, entre outras, são consideradas consumidoras de mercúrio, perfazendo 55% do total consumido. Embora mais recentemente o uso industrial do mercúrio tenha sofrido reduções devido a um controle mais efetivo, altas concentrações ainda estão presentes nos sedimentos associados à aplicação industrial deste metal (BOENING, 2000).

O total de mercúrio liberado na atmosfera devido à atividade humana é de aproximadamente 2000-3000 toneladas por ano, enquanto a emissão natural é da ordem de 2700-6000 toneladas por ano. As emissões associadas à atividade humana representam

elevados riscos quando confinados a áreas limitadas. Sabe-se que a contribuição do hemisfério norte, mais industrializado, é maior que a do hemisfério sul (OGA, 1996).

A emissão de mercúrio das atividades industriais é estimada em 2000 a 3000 toneladas/ ano pela Organização Mundial de Saúde. Estimativas recentes indicam que das 200.000 toneladas de mercúrio emitidas para atmosfera desde 1890, por volta de 95% permanecem no solo terrestre; 3% nas águas oceânicas superficiais e 2% na atmosfera (HORVAT, 1996).

O mercúrio elementar é usado para a produção de cloro, soda, instrumento de medição, o amálgama dentário, extração de ouro, entre outras. O mercúrio inorgânico é usado, por exemplo, para a fabricação de remédios como anti-sifilíticos, indústria de cosméticos e perfumes e manufatura de tintas. O mercúrio orgânico é usado, principalmente, na manufatura de papel, conservação de madeira, conforme descrito na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 - Utilidades do mercúrio elementar, inorgânico e orgânico.

Elementar	Inorgânico	Orgânico
Produção de cloro-soda	Agentes anti-sifilíticos	Agente anti-séptico (merthiolate)
Instrumentos de medição (termômetro, manômetro, etc)	Produção acetaldeído	Conservação de madeira
Amálgama odontológico	Laboratório químico/fotográfico	Manufatura de papel
Lâmpadas fluorescentes, vapor de mercúrio e néon	Indústria de cosméticos/perfumes	Conservação de peles animais
Extração e tratamento de ouro e prata	Produção de explosivos	Inseticidas, fungicidas e produtos usados na agricultura
Tintas contendo mercúrio	Desinfetantes	Produtos para conservação de sementes
Laboratório fotográfico	Produtos conservantes de madeira	Herbicidas
Indústrias de componentes elétricos	Prateação de espelhos	Catalisador
Produção de polpa de papel	Manufatura de tintas	
Indústria de jóias	Lâmpada a vapor de mercúrio	
	Preparo na conservação de peles animais e trabalhos sobre feltro	

Fonte: Andrade Filho, Campolina e Dias (2001).

O mercúrio elementar é usado na fabricação de aparelhos de medição de pressão e temperatura, como, por exemplo: termômetros, barômetros e manômetros. Pela propriedade e característica de ser um líquido à temperatura ambiente, possui uma expansão volumétrica uniforme em ampla faixa de temperatura, alta tensão superficial e não adere a superfícies vítreas. Além disso, possui baixa resistência elétrica e alta condutividade (SALOMONS; FOSTNER, 1984).

Encontram-se registros de surtos de mercurialismo historicamente importantes como a "loucura dos chapeleiros" que, expostos ao mercúrio no processo de filtração, desenvolviam tremores e distúrbios psiquiátricos (ANDRADE e FILHO; CAMPOLINA e DIAS, 2001). No Japão, o metilmercúrio bioacumulado no ecossistema foi o agente causador de centenas de

intoxicações, das quais destacam-se os cerca de 700 casos de intoxicação identificados no início da década de 50, na Baía de Minamata. Outra ocorrência, também no Japão, foi em 1964, em Niigata, no Rio Agano, por aquilmercúrio. Uma planta química da Chisso Corporation utilizava sulfato de mercúrio como catalisador para a produção de ácido céptico e seus derivados e cloreto de mercúrio como catalisador na produção de cloreto de vinila, sendo o metil mercúrio um subproduto na síntese do acetaldeído (LACERDA, 1997). Os resíduos desse subproduto despejados no efluente contaminaram a biota marinha e águas, atingindo a população através da ingestão de peixes e frutos do mar. A “Doença de Minamata” foi oficialmente descoberta em 1956. Desde 1953, fatos até então inexplicáveis estavam sendo observados. Por volta de 1960, no mínimo 111 pacientes já haviam sido diagnosticados com esta doença. A mortalidade foi de cerca de 20%; já os sobreviventes ficaram permanentemente incapacitados. Até 1977, o número de vítimas fatais já havia chegado a 887, além de mais de 2209 casos da “Doença de Minamata” registrados. Mais de 40 anos após a descoberta oficial do problema, foram retiradas as redes que dividiam a baía em áreas de peixes contaminados (LACERDA, 1997).

A maior ocorrência de intoxicações com características epidêmicas deu-se no Iraque, em 1971 e em 1972. Sementes de trigo tratadas com alquilmercúrio, distribuídas para a população como parte de um programa agrícola nacional, foram utilizadas indevidamente como alimento. Até março de 1972, haviam sido oficializadas 6530 admissões hospitalares, com 459 mortos (7%). Segundo a opinião de Oga (1996), o número exato de pessoas intoxicadas e de óbitos jamais foi conhecido.

Na atualidade, a utilização do mercúrio diversificou-se no setor industrial, na metalurgia, em equipamentos médicos, na indústria química, nas refinarias de petróleo, nas

indústrias de papel, entre outros. Seu emprego na extração do ouro, particularmente em garimpos, tem sido responsável não apenas por intoxicações humanas, como também por sérios problemas ambientais. Na área da saúde, o mercúrio foi utilizado largamente como diurético e como antisséptico; na odontologia, na preparação de amálgama. O mercúrio e seus sais, a exemplo do que acontece com outros metais pesados, pela sua poderosa ação fungicida e desinfetante, foi e é muito usado na agricultura, principalmente como desinfetante de sementes (SCHVARTSMAN, 1991).

No Brasil, o uso do metal difundiu-se em áreas rurais e nos centros urbanos industriais, onde têm sido detectadas situações com elevada concentração de mercúrio em locais de trabalho, especialmente em garimpos da região Amazônica (ZAVARIZ; GLINA, 1993). Nas décadas de 60 e 70, aumentou a utilização do mercúrio como fungicida em várias culturas, como de cana-de-açúcar, soja, milho, trigo e tomate. Os fungicidas organo-mercuriais foram muito utilizados nesse período devido ao seu alto poder fungicida e seu preço relativamente barato (SILVA et al, 1980).

Os sinais e sintomas das intoxicações por mercúrio recebem várias classificações, reconhecidas internacionalmente. O Código Internacional de Doenças (CID), em suas várias edições, classifica e reconhece que o mercúrio, devido a sua ação tóxica sobre o organismo humano, causa diferentes doenças. No Brasil, os malefícios à saúde dos trabalhadores expostos ao mercúrio e seus compostos tóxicos, são reconhecidos através de uma Portaria (nº 1.399/GM, de 18 de novembro de 1999), que considera o mercúrio um agente que afeta o organismo como um todo.

A literatura limita os níveis de mercúrio em avaliações ambientais, legislando sobre seus limites aceitáveis, porém não legisla sobre as informações necessárias para seu manejo, segurança, cuidados e sobre os procedimentos adequados em casos de exposição, seja ela aguda ou crônica. O diagnóstico da intoxicação crônica é difícil, pois, em geral, passa despercebida pelos médicos, sem a devida anamnese ocupacional. Glina e Rocha (2000) referem um estudo sobre mercúrio em que os representantes de uma empresa não forneceram informações a respeito do mercúrio por ocasião da admissão dos trabalhadores. Muitos desconheciam que trabalhavam expostos ao mercúrio; os poucos que sabiam da existência de mercúrio em sua seção, não foram informados sobre os malefícios que causava, nem tampouco sobre formas de proteção. O artigo cita algumas manchetes que demonstram o descaso com o mercúrio nas indústrias: Mercúrio afeta 77 operários, em O Estado de São Paulo, de 22/08/87; Mercúrio intoxica 29 funcionários da GTE do Brasil, no Diário do Grande ABC, de 28/05/87; Mercúrio deforma bebês em Roraima, na Folha de São Paulo, de 09/05/1992; Minamata à brasileira: mercúrio, a morte ronda o garimpo, na Revista Manchete, de 23/05/1992.

2.2 FISIOPATOLOGIA E TOXICOLOGIA DA INTOXICAÇÃO POR MERCÚRIO ELEMENTAR

O mercúrio encontrado na forma elementar, orgânica e inorgânica distingue-se das demais formas, quanto a sua absorção, aos seus sinais, aos sintomas clínicos e à sua resposta às modalidades de tratamento. Segundo Diner (2003), a apresentação clínica da toxicidade do mercúrio pode manifestar-se de várias maneiras, dependendo da natureza da exposição, da intensidade e da forma química.

Embora o nível fatal de mercúrio não seja conhecido, exposição acima de 1-2 mg/m³ de vapor de mercúrio elementar por algumas horas causa bronquite química aguda e pneumonia. Duas horas após a exposição, observa-se dano no pulmão através da formação de uma membrana hialina e, finalmente, a ocorrência de fibrose pulmonar (SIGEYUKI et al., 2000).

A intoxicação crônica por mercúrio elementar apresenta-se em duas fases claramente delimitadas: a fase de absorção ou impregnação, em que aparece uma sintomatologia pouco precisa e inespecífica, como anorexia, astenia, perda de peso, cefaléia, vertigens, insônia, dores e parestesias em membros inferiores (com menor frequência nos membros superiores) e mastigação dolorosa. A exposição de curto prazo à inalação de concentrações elevadas de vapor elementar do mercúrio e de calor do mercúrio elementar e inorgânico resultam no aumento da pressão arterial e dos batimentos cardíacos (ATSDR, 1989).

Análises de raios-X dos pulmões mostram primeiramente infiltrações difusas ou pneumonias. Obstrução do ar, limitação e hiperinflação, bem como a diminuição da capacidade vital são alguns sintomas relatados. Em casos mais severos, constata-se, edema pulmonar (alveolar e intersticial), pneumonia, fibroses e escamação do tecido bronqueolar (ATSDR, 1989).

Os sintomas respiratórios são efeitos proeminentes de exposição em curto prazo, a níveis elevados de vapores elementares do mercúrio. Geralmente, os sintomas mais relatados incluem a tosse e a tensão ou dores ardentes na caixa torácica. A tosse crônica é observada em indivíduos expostos ao vapor elementar do mercúrio, durante várias semanas (ATSDR, 1989).

Na fase de intoxicação, acontecem alterações otorrinolaringológicas como hipoacusias em grau moderado. Em trabalhadores expostos à fraca concentração de mercúrio, aparecem alterações, em nível de cavidade nasal, pois é afetada a temperatura da mucosa, causando mobilidade do epitélio ciliar e rinite. O estudo que trouxe esses resultados foi realizado em trabalhadores expostos ao pó de mercúrio na fabricação de óxido vermelho de mercúrio.

As alterações psíquicas no sistema nervoso decorrentes da exposição ao mercúrio mereceu atenção. Em uma primeira fase, aparecem transtornos como irritabilidade, tristeza, ansiedade, insônia, tremor, perda de memória, timidez, debilidade muscular, hiperexcitabilidade ou depressão. Os sintomas proeminentes incluem tremores, labilidade emocional, insônia, perda de memória, mudanças neuromusculares, dores de cabeça, polineuropatias e diminuição no desempenho nos testes de função cognitiva ou motora. Foá e Caimi (1981) denominam de eretismo psíquico, os sinais típicos do processo de intoxicação crônica por mercúrio que podem manifestar-se através da irritabilidade, da alteração da sociabilidade, insônia, estado de ansiedade, timidez, labilidade emocional e, nos casos mais graves, pode ocorrer a diminuição da atenção e da memória e a despersonalização.

O mercúrio elementar pode também causar alterações renais, cujo efeito se manifesta através de dano no glomérulo e nos tubos renais. A exposição de longo prazo ao mercúrio elementar pode conduzir a mudanças na função renal, com danos renais significativos; entretanto, não foram constatados clinicamente nos níveis de exposição em locais de trabalho mais comuns.

O mercúrio é muito pouco absorvido no trato gastrointestinal, provavelmente em quantidades inferior a 0,01%. O mercúrio elementar metálico ingerido não apresenta toxicidade devido à sua incapacidade de relacionar-se com moléculas biologicamente importantes.

Aproximadamente 80 % do mercúrio elementar inalado é absorvido através dos pulmões pela difusão rápida. Em contrapartida, somente 0.01 % do mercúrio elementar é absorvido através do intervalo gastrointestinal, possivelmente por causa de sua conversão enterogástrica em mercúrio divalente e ao emperramento subsequente aos grupos sulfídricos. A absorção dermal do mercúrio elementar é limitado. Hursh e colaboradores (1989) estimam que a absorção dermal contribui em, aproximadamente, 2.6%, do mercúrio absorvido depois da exposição ao vapor elementar do mercúrio no ar; os outros 97.4 % ocorrem com a inalação.

É possível ocorrer em domicílios a inalação de vapores de mercúrio. Um exemplo é o aquecimento de tintas contendo mercúrio que acarreta manifestações tóxicas de impotência, que podem evoluir para o óbito. Os sintomas observáveis são predominantemente respiratórios: tosse, febre, cianose, dispnéia, bronquites e pneumonia intersticial. Fourtes e colaboradores (1995) descreveram um episódio de hidrarginismo em três crianças da mesma família que tiveram contato com o mercúrio proveniente da quebra de um termômetro usado como brinquedo. Os vapores foram distribuídos pelo aspirador de pó e com a elevação da temperatura do aspirador, houve uma maior vaporização e difusão do mercúrio em todo o ambiente. Uma das crianças, com 12 anos de idade, dois meses após a exposição, apresentou tosse, febre, fadiga, palpitações, ansiedade e tremores. Esta criança apresentou elevada

concentração de mercúrio na urina, (306 HgU) e sintomas conforme os descritos na literatura sobre as implicações da intoxicação com este agente.

O risco da exposição ao mercúrio do ar interno é bem significativo. Frequentemente, ocorrem incidentes em repouso, locais de trabalho e em escolas. Quando derramado em um local pequeno, sem ventilação, o mercúrio pode provocar ameaças significativas à saúde. Quantidades muito pequenas de mercúrio, liberadas em um espaço restrito, podem elevar a concentração do ar do mercúrio para níveis que podem ser prejudiciais à saúde. Além disso, o mercúrio e seus vapores são extremamente difíceis de remover da roupa, dos móveis, do tapete e de outros artigos porosos, que, se não forem limpos adequadamente, o mercúrio pode subsistir por meses ou anos, continuando a ser uma ameaça à saúde.

Quanto ao rompimento de termômetros, os estudos mostram que apenas um termômetro quebrado, que não for limpo corretamente pode elevar os níveis internos do mercúrio do ar a níveis que excedam o valor da referência de EPA e o ATSDR MRL, causando efeitos de saúde adversos, particularmente em crianças. Em um relatório do caso, três crianças sofreram envenenamento do mercúrio, oito meses depois da quebra de um único termômetro cujos resíduos ficaram em um tapete no quarto das crianças, que não foi limpo. O quarto era pequeno e tinha aquecimento no assoalho. Uma das crianças, uma menina de 33 meses, foi levada ao hospital por anorexia, perda de peso e eczema.

ATSDR (1989) relata um incidente de derramamento de um termostato de mercúrio que resultou na variação de concentração de mercúrio de 1.5 a 4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no nível de respiração de uma criança pequena. Os pais descobriram o derramamento quando encontraram o menino de dois anos em uma cadeira empurrando um grânulo de mercúrio. Em

uma inspeção mais apurada, encontraram muitos grânulos pequenos de mercúrio na cadeira e no tapete. O menino, que engoliu alguns grânulos de mercúrio, elevou a taxa do metal no sangue. Os investigadores avaliaram o nível de contaminação da cadeira e do tapete colocando os grânulos em sacos plásticos e medindo o mercúrio no espaço de ar do saco e detectaram até 50 ug/m³.

Todas as pessoas expostas a ambientes contaminados podem sofrer intoxicação, cuja gravidade vai depender da forma e da quantidade de mercúrio existente. O meio ambiente também é acometido, pois parte da volatilização do metal vai para a atmosfera. Por se tratar de metal extremamente tóxico, com alto poder de contaminação e com intoxicação cumulativa, o manuseio do mercúrio merece cuidados especiais.

2.3 DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO

O diagnóstico das intoxicações por mercúrio é baseado na história clínica do paciente e na história ocupacional (ANDRADE e FILHO; CAMPOLINA; DIAS, 2001). É necessária uma pesquisa ou história completa que inclua os passatempos e a ingestão de comida à base de frutos do mar. Todas as suspeitas de intoxicação por mercúrio são de diagnóstico difícil porque o mercúrio afeta sistemas e múltiplos órgãos, apresentando sintomas semelhantes a uma grande variedade de outras doenças. A apresentação clínica da toxicidade por mercúrio pode manifestar-se de muitas maneiras, dependendo da natureza da exposição e do tipo químico do mercúrio (DINER, 2003). Para a confirmação do diagnóstico da intoxicação mercurial por parte do laboratório, é imprescindível a forma química do mercúrio utilizado, porque esta influencia a interpretação dos resultados. Além disso, a correlação dos níveis no laboratório do mercúrio e seus efeitos não é absoluta, principalmente, se houver lesão renal.

Dependendo do tipo de mercúrio, o material biológico coletado para análise pode ser sangue ou urina que deve ser a primeira da manhã. Os valores podem indicar também os sinais e sintomas através dos níveis biológicos. Demonstram-se estes dados na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Caracterização dos níveis laboratoriais do mercúrio e seus efeitos

Forma química	Amostra	Valor	Interpretação	Sinais /sintomas
Mercúrio Elementar e inorgânico	Urina	Até 5 mcg/l	Normal	Nenhum
Mercúrio Elementar e inorgânico		20-100 mcg/l	Elevado	Alterações detectadas por testes: da condução nervos e atividade cerebral
Mercúrio Elementar e inorgânico		100-500 mcg/l	Elevado	Distúrbios do sistema nervoso; alterações da função renal
Mercúrio Elementar e inorgânico		<500 mcg/l	Elevado	Nefrite, gengivite e distúrbios evidentes do sistema nervoso central
Todas as formas	Sangue	Até 5 mcg/l	Normal	Nenhum
Mercúrio orgânico	Sangue	50-200 mcg/l <1.000 mcg/l	Elevado	Sintomatologia leve Lesão cerebral grave

Fonte: Andrade e Filho; Campolina; Dias, 2001.

Inicialmente, a intoxicação desenvolve um quadro de alteração do comportamento, caracterizado por agressividade e crises de depressão, alterações de memória e de atenção. Essa fase inicial é chamada de micromercurialismo e é de difícil detecção e diagnóstico, pois se confunde com outros quadros clínicos.

A exposição ao mercúrio em ambientes de trabalho deveria ser mínima ou inexistente, pois não há elementos para estabelecer limites sanitários seguros para a exposição ao Hg. Não se conhece a vida média biológica do Hg no cérebro; além disso, a acumulação do metal na célula nervosa parece ocorrer por toda a vida. A Organização Mundial da Saúde (1980) assinala ser difícil fixar limites seguros para a exposição ao mercúrio. Na legislação brasileira (NR 7), o limite de referência da normalidade de mercúrio na urina (HgU) é de 5 µg por grama de creatinina para a população, de 35 µg de Hg/g creatinina para o trabalhador e 40 µg de mercúrio/m³ no ar. Esses índices toleráveis têm sido freqüentemente ultrapassados. Assim, o risco da doença é alto.

O tratamento deve iniciar com medidas de suporte que visem impedir qualquer exposição subsequente. Na descontaminação, deve ser incluída a remoção da roupa contaminada e a lavagem dos olhos e da pele. A infusão de grande quantidade de líquidos contribui para a diminuição da concentração do mercúrio nos rins, exceto mercúrio orgânico. Entretanto, é preciso ter cuidado com a intoxicação por mercúrio elementar, que pode evoluir para um edema pulmonar, não cardiogênico, que será agravado pela hipertensão (ANDRADE e FILHO; CAMPOLINA; DIAS, 2001). O BAL (British-Anti-Lewisita) é, no momento, o medicamento mais recomendado em casos de intoxicação por mercúrio. Em casos de intoxicação aguda, a administração do medicamento já antecedida pela quelação situa as doses em torno de 2,5-3 mg/Kg a cada 4 horas no primeiro dia, a cada 4-6 horas no segundo dia; a cada 6-12 horas no terceiro dia, seguidas por uma ou duas injeções diárias de 2,5-3 mg/Kg, nos 10 dias seguintes. A penicilina, na dose de 4gr por dia por via oral, também é considerada um quelante eficaz. Na inalação de vapor de mercúrio, o tratamento é associado a uma assistência adequada às condições respiratórias do paciente e emprego de antibióticos (SCHVARTSMAN, 1991). Na última década, o tratamento com drogas menos tóxicas que o

BAL, como, por exemplo, o DMSA (ácido 2,3 dimercaptosuccinato) e o DMPS (2,3 dimercaptopropane1 sulfanato) vem sendo realizado por dentistas e outros trabalhadores com intoxicação crônica.

Gonçalvez e colaboradores (1998) observaram elevação e acentuada redução do mercúrio urinário do primeiro para o terceiro dia, num ciclo de tratamento de seis dias de administração do DMPS. No primeiro ciclo, o valor do HgU era de 1754 $\mu\text{g}/24$ horas; já no terceiro ciclo, ocorreu a redução para 173 $\mu\text{g}/24$ horas.

O leque de sintomas determinados pela contaminação com mercúrio mostra que nenhum outro metal apresenta tão grande diversidade de efeitos como este. Esta é a razão por que clínicos e médicos do trabalho devem conhecer a patogenia do hidrarginismo.

2.4 A RELAÇÃO ENTRE OS ASPECTOS PSICOLÓGICOS DO TRABALHO E OS SINTOMAS DA INTOXICAÇÃO POR MERCÚRIO

A Unidade de Terapia Intensiva (UTI) traz o estereótipo vinculado à imagem de sofrimento e morte iminente. É uma unidade do hospital que se dedica ao atendimento de casos, cujo cuidado intensivo em função da gravidade dos problemas exige serviços constantes. As características intrínsecas, como a rotina de trabalho mais acelerada, o clima de constante apreensão, a ameaça de morte iminente acabam por exacerbar o estado de estresse e tensão, tanto no paciente como na equipe de trabalho. São usados equipamentos sofisticados e exige-se atenção constante: 24 horas diária de medicação, exames e testes.

Na UTI, o trabalhador está sujeito a alterações na rotina de trabalho: novos equipamentos, novos meios de administração de fármacos, aprazamento de prescrições e cuidados para que os custos sejam adequadamente cobrados. Segundo Pitta (1994), o trabalho hospitalar, enquanto serviçal, está submetido às mesmas regras gerais de determinação econômica que outras atividades. No entanto, o trabalho hospitalar oferece maior complexidade de análise ao envolver a discussão sobre valores. O profissional não deixa de ser assolado por sentimentos ambivalentes de onipotência e impotência, em virtude da própria finitude, denunciada a cada momento, além das expectativas de todos, familiares, pacientes, colegas. Para suportar essa pressão, muitas vezes, eles se autodefendem, apelando para o racionalismo, para o não envolvimento, para a própria onipotência. Apesar dessa autodefesa, a pressão está ali, presente no seu dia a dia (ANGERAMI-CAMON, 1997).

Além disso, os trabalhadores são submetidos a uma grande carga de tensão, representada pela presença constante da morte. O cotidiano lhes traz uma das certezas mais dolorosas: a certeza de que a morte é irreversível (OLIVEIRA; ISMAEL, 1995). Embora a morte seja um tema universal, para cada ser humano assume um significado, uma emoção em particular, relacionados com a sua história pessoal, vivências de perdas e experiências anteriores, características da personalidade e fase do desenvolvimento.

O profissional de saúde pode captar o sofrimento do paciente por identificação e pela mobilização dos seus próprios conflitos. A sensação de impotência, muitas vezes por desconhecimento do que se passa com o paciente, traz sentimentos de culpa, remorso, desespero e a mobilização da defesa como negação, projeção e racionalização.

Entre trabalhadores de UTI são freqüentes queixas relativas a ansiedade, depressão e estresse. Para Grandjean (1998, p.163), o estresse no trabalho é “o estado emocional, causado por uma discrepância entre o grau de exigência do trabalho e os recursos disponíveis para gerenciá-lo. Assim, é, essencialmente, um fenômeno subjetivo e depende da compreensão individual e da capacidade de gerenciar as exigências do trabalho”. Ainda, segundo o mesmo autor referenciado, entre as sobrecargas de estresse no ambiente de trabalho está “a sobrecarga da responsabilidade pela vida e pelo bem estar dos outros e ainda, outro fator, é a sobrecarga e o grau de complexidade do trabalho” (p.167).

Hoje, o termo estresse é usado para designar diferentes sobrecargas. Em geral, o estresse é entendido como um acontecimento emocional negativo, conectado com sensações de medo, tensão, derrota, raiva, cansaço e falta de iniciativa (GRANDJEAN, 1998). Os sintomas físicos mais comuns do estresse são: fadiga, dores de cabeça, insônia, dores no corpo, palpitações, alterações intestinais, náusea, tremores, extremidades frias e resfriados constantes. Os sintomas psíquicos ou mentais e emocionais referem-se à diminuição da concentração e memória, indecisão, confusão, perda do senso de humor, ansiedade, nervosismo, depressão, raiva, frustração, preocupação, medo, irritabilidade e impaciência.

Outro aspecto que cabe examinar é a característica do trabalho hospitalar de ser de funcionamento diuturno, acarretando o regime de plantões (PITTA, 1994). A carga é agravada quando os plantões são consecutivos, com períodos de excesso de carga horária. Ainda, a exposição a doenças infecto-contagiosas, além da exposição a radiações ionizantes como, por exemplo, os Raios-X, traz em mais um sentimento de fragilidade ao trabalhador hospitalar, especialmente, os de unidades de tratamento intensivo.

Pode-se constatar, então que os sintomas da intoxicação crônica por mercúrio e os aspectos psicológicos do trabalho em Unidade de Terapia Intensiva se sobrepõem (veja Tabela 4).

Tabela 4 - Relação dos aspectos psicológicos do trabalho da UTI e sintomas da intoxicação por mercúrio.

Aspectos Psicológicos	Sintomas de Intoxicação por Mercúrio
<p>Ansiedade: apreensão, medo, desespero, sensação de medo, irritabilidade, fadiga, insônia, dificuldades de concentração</p> <p>Depressão: sentimento de tristeza, autodepreciação, desvalia, abandono, culpa, incapacidade de sentir prazer. Angústia e dor.</p> <p>Estresse: diminuição da concentração e memória, indecisão, insônia, perda do senso de humor, ansiedade, depressão, raiva, frustração, medo, irritabilidade e impaciência.</p>	<p>Anorexia, emagrecimento, cefaléia, irritabilidade, excitabilidade, angústia, depressão, falta de memória, insegurança, rubor facial, aumento da transpiração.</p>

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Assim, investigar questões referentes à intoxicação por mercúrio se tornam pertinentes, inclusive como diagnóstico diferencial.

3 METODOLOGIA

Em primeiro lugar, é necessário reconhecer que o risco químico nada mais é do que um tipo de risco ambiental, ou seja, possíveis agentes de doenças profissionais que podem ser encontrados em determinada atividade ou local de trabalho.

A ação tóxica de determinada substância pode ocorrer em três fases:

- fase de exposição: o efeito biológico/tóxico somente ocorrerá quando houver absorção da substância pelo sistema biológico exposto a esta substância;
- fase toxicocinética: nesta fase incluem-se a absorção, o transporte, a distribuição, a biotransformação e a excreção do agente tóxico e seus metabólicos, de maneira que somente uma fração da quantidade da substância absorvida chega ao local de ação;
- fase toxicodinâmica: quando ocorre a interação entre as moléculas do agente tóxico e dos pontos específicos do seu ataque aos receptores; é quando se induz o efeito.

A toxicidade pode ser determinada de acordo com a dose do agente, aliada à estrutura química, propriedades físico-químicas, entre outras. Para a avaliação do risco, são necessárias diversas informações sobre propriedades tóxicas das substâncias, que possibilitam medidas de segurança para a proteção dos trabalhadores.

A monitorização ambiental, segundo Della Rosa e Colcaioppo (1994), pode ser definida como medida e avaliação de agentes no ambiente, para estimar a exposição ambiental e o risco à saúde por comparação dos resultados com referências apropriadas. Para iniciar uma avaliação, deve-se conhecer e definir diversos itens básicos:

- área em que a avaliação será realizada;

- número de trabalhadores expostos: deve ser determinado de acordo com o número total de trabalhadores do local escolhido, e não de acordo com o indicado pela seção de pessoal;
- movimentação dos trabalhadores: os trabalhadores podem deslocar-se de um local a outro, durante o período de trabalho;
- movimentação de materiais: diversos materiais, possíveis de serem levados de um lugar a outro, podem ser fonte de exposição;
- condições de ventilação: tanto ventilação natural, quanto podem sofrer modificações durante o turno avaliado, durante o período de tempo do estudo (mudança de estações) de acordo com o uso de aquecedores/ventiladores/janelas;
- ritmo de produção: em grande parte das empresas o ritmo de produção é proporcional ao risco de exposição; portanto é necessário o registro do ritmo de trabalho;
- possível presença de agentes que podem interferir na medição, como, por exemplo, umidade, ácidos, álcalis, entre outros;
- atividades ou funções: a importância da definição das funções dos trabalhadores envolvidos para realizar avaliação de estratégias.

Colhidas as informações básicas, deve-se determinar a estratégia de amostragem mais adequada ao caso em particular, considerando equipamentos de medição/coleta que serão utilizados, análise de material coletado e pessoal necessário para a coleta, além de precisão, sensibilidade e exatidão.

Após a medição, é possível iniciar a comparação entre os padrões. É importante que todo o material para a coleta e análise seja cuidadosamente preparado. A preparação das dosagens necessárias deve ser feita em laboratórios aptos para este fim.

Como a monitorização ambiental não é suficiente, tendo em vista a influência de outros fatores, ela é complementada com a monitorização biológica, uma vez que hábitos próprios do trabalho, o macroambiente, hábitos alimentares e domiciliários também influenciam a monitorização. Características individuais como sexo, idade, estado nutricional, entre outros também são variáveis que exercem influência nos resultados e devem ser considerados no estudo.

A monitorização biológica é a mensuração das substâncias químicas na urina, cabelo, unhas, sangue ou qualquer tipo de tecido exposto, para determinar a quantidade de substâncias químicas absorvidas pelo corpo. A monitorização serve para avaliar a quantidade e a qualidade de substâncias químicas e para realizar testes em equipamentos de proteção individual.

A avaliação biológica tem como principal objetivo prevenir a exposição excessiva dos trabalhadores a agentes químicos que podem provocar efeitos nocivos, agudos ou crônicos, buscando estimar a quantidade biodisponível do agente químico e assegurando que a exposição não alcance níveis nocivos.

Para que a monitorização biológica seja realizada, é preciso prestar atenção em algumas condições:

- os agentes químicos/produtos de biotransformação devem estar presentes em meio biológico adequado para a amostragem;
- o método de análise deve ser preciso, sensível e exato;

- os limites de detecção do método devem ser suficientemente baixos, a fim de possibilitar a determinação precisa de teores cujos níveis não correspondiam a efeitos desejáveis;
- valores de referência da normalidade dos indicadores biológicos devem ser os mais baixos possíveis;
- fatores como álcool, dieta, fumo devem ser considerados;
- os resultados devem permitir a interpretação quanto ao seu significado toxicológico.

A coleta ideal para o monitoramento biológico do mercúrio deve ser preferencialmente a primeira urina da manhã, coletada em recipientes esterilizados para o próprio fim e fornecidos pelo próprio laboratório. A quantidade ideal de urina é cerca de 25 mililitros, sempre mantendo cuidado para evitar a contaminação, como, por exemplo, a contaminação do ar, que poderia interferir no resultado.

Não há método ideal para avaliar os riscos de contaminação do mercúrio elementar. Os níveis individuais podem variar muito, de um dia para o outro. Assim, o ideal é realizar exames de monitorização regularmente, várias vezes ao ano, em trabalhadores propensos a uma exposição crônica ao metal. A alta toxicidade aliada ao baixo nível de mercúrio em algumas amostras, bem como sua natureza volátil, associados a outros compostos, exigem técnicas bastante sensíveis e precisas para a determinação do mercúrio em suas diferentes matizes.

O método analítico de determinação de mercúrio é selecionado de acordo com a natureza da amostra e o nível de concentração de mercúrio esperado. A figura 1, a seguir,

apresenta o sumário dos níveis de concentração de compostos orgânicos e inorgânicos de mercúrio em algumas amostras biológicas e ambientais.

Solo	Homem	Ar	Água da Chuva	
Total < 200µg/g (500µg/g)	Sangue Total 0,1-5ng/mL (10-300ng/mL)	Total 0,5-10ng/m (0,7-20 µg/m)	Total 1-6ng/L (até 500 mg/L)	
Hg ^o ?	CH ₃ Hg ⁺ 10-95%	Hg ^o 70-99%	Hg ^o ?	
(CH ₃) ₂ Hg < 0,1%		(CH ₃) ₂ Hg 0,1-0,3%	(CH ₃) ₂ Hg ?	
CH ₃ Hg ⁺ < 1%	Urina Total < 1,5ng/mL CH ₃ Hg ⁺ < 1%	CH ₃ Hg ⁺ 0-5%	CH ₃ Hg ⁺ < 30%	
		Hg ^o 0,1-5%	Hg ^o ?	
	Cabelo Total 0,1-2µg/g (2-300µg/g) CH ₃ Hg ⁺ 70-100%			
Águas	Costeiras	Mar Aberto	Doce	Organismos Aquáticos
Total	2-15ng/L (até 100ng/L)	0,1-1ng/L	0,1-3ng/L (até 100ng/L)	Peixe de água fresca (músculo) Total 0,2-1µg/g (até 7 µg/g)
Hg ^o	< 1%	1-30%	?	CH ₃ Hg ⁺ 70-100%
(CH ₃) ₂ Hg	?	1-25%	?	
CH ₃ Hg ⁺	< 10%	< 10%	< 30%	Peixe marinho (músculo) Total 0,01-1,5µg/g (até 50 µg/g) CH ₃ Hg ⁺ 60-100%
		Sedimento Total 50-100ng/g (1-500 µg/g) Hg ^o ? (CH ₃) ₂ Hg < 0,5% CH ₃ Hg ⁺ ?		

Figura 1 - Intervalo de concentração de mercúrio total e seus compostos em algumas amostras biológicas e ambientais. Fonte: Horvat, 1996.

A tabela 5 apresenta métodos mais frequentemente utilizados para a quantificação de mercúrio e seus respectivos limites de detecção, com a ressalva dos limites de detecção conforme antes referido (HORVAT, 1996).

Tabela 5 - Métodos para a quantificação de mercúrio e limites de detecção

Método	Limite de Detecção Relatado
Método Calorimétrico	0,01 – 0,1µg/g
Espectrometria de absorção Atômica - Forno de grafite(GF AAS)	1 ng/g
- Vapor Frio (CVAAS)	0,01-1 ng/g
Espectrometria de Fluorescência Atômica – Vapor frio (CVAFS)	0,001 – 0,01 ng/g
Análise por Ativação com Nêutrons - Instrumental (INAA)	1 – 10 ng/g
- Radioquímica (RNAA)	0,01 – 1 ng/g
Cromatografia Gasosa - Detector de Captura Eletrônica	0,01 – 0,05 ng/g
- Detector de Emissão Atômica	~0,05 ng/g
- Espectrometria de Massa	0,1 ng/g
- CVAAS / CVAFS	0,01 – 0,05 ng/g
Cromatografia Líquida de Alta Eficiência - Detector de Ultra-violeta	1 ng/mL
- CVAAS	0,5 ng/mL
- CVAFS	0,08 ng/mL
- Eletroquímico	0,1 – 1 ng/mL
Plasma Acoplado Indutivamente - Espectrometria de Massa (ICP MS)	0,01 ng/mL
- Espectrometria de Emissão Atômica (ICP AES)	2 ng/mL
Espectrometria Foto-Acústica	0,05 ng
Fluorescência de Raio X	5 ng/g – 1 µg/g
Métodos Eletroquímicos	0,1 – 1 µg/g
Analizador de Filme de Ouro	0,05 µg/g

Fonte: Horvat, 1996.

A concentração de mercúrio em seres humanos e nos demais mamíferos pode ser verificada no sangue, na urina, nos tecidos do corpo, no cabelo, no leite do peito, no sangue do cordão umbilical. A maioria dos métodos usa a espectrometria de absorção atômica (AAS), a espectrometria fluorescente atômica (AFS) ou as análises de ativação do nêutron (NAA), embora a espectrometria da massa, o espectrofotômetro e a voltagem métrica de separação anódica (ASV) também sejam empregados. O método mais utilizado é o vapor a frio (ATSDR, 1989). Através do (CV) AAS – do vapor a frio –, a menor concentração de mercúrio de micrograma por litro ou de micrograma por kilograma pode confiantemente ser medida com a redução direta da amostra ou com a subsequente redução da informação. O

AAS do electrodermal demonstrou ser altamente sensível e produzir excelente precisão (ATSDR, 1989).

As amostras de urina são consideradas o melhor exemplo de sobrecarga de mercúrio de exposição em longo prazo ao mercúrio elementar, no organismo. As amostras de sangue são mais adequadas em casos de exposição em curto prazo. A maioria dos métodos analíticos não diferencia o mercúrio inorgânico do orgânico; assim, a quantidade de concentração de mercúrio no sangue reflete a sobrecarga do organismo ao total de mercúrio. Já a medida urinária de mercúrio é simples e de confiança; além disso, fornece a identificação rápida de indivíduos com níveis elevados de mercúrio (NALEWAY et al., 1991). Os níveis urinários do mercúrio foram usados por melhor correlacionarem a exposição do que a concentração inorgânica do mercúrio no sangue. Seguindo um longo prazo de exposição ocupacional de baixo nível ao vapor elementar do mercúrio (YOSHIDA, 1985), pode haver uma variação diurna no nível de concentração urinária do mercúrio (SCHALLER, 1996).

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL E AMOSTRA

A Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) é o local onde foi encontrado o maior número de termômetros clínicos quebrados em todo o hospital. Além disso, trata-se de uma unidade isolada, pois há um controle ambiental de temperatura, essas duas razões levaram a optar por essa unidade para ser nosso objeto de estudo.

A Unidade de Terapia Intensiva Adulta conta com 10 leitos distribuídos numa área física de 155, 45m². Possui também uma sala de expurgo, 1 banheiro para os funcionários e 1 banheiro para os pacientes, uma sala para o lanche, uma sala para a rouparia e equipamentos e

um Posto de Enfermagem. A jornada é de 6 horas (das 7:00 às 13:00/ 13:00 às 19:00/ 19:00 às 07:00), com uma carga horária de 40 horas semanais.

Na Unidade são internados pacientes com as mais diversas patologias e especialidades que exigem cuidados específicos, intensivos, complexos e constantes. A partir das quintas-feiras, são abertas exceções: abre-se vaga para 12 leitos devido às cirurgias cardíacas que são realizadas nas quintas e sextas-feiras, totalizando em média 4 cirurgias cardíacas por semana.

Em relação aos recursos humanos, a unidade conta com quatro profissionais enfermeiros e mais um profissional enfermeiro substituto; vinte e dois técnicos de enfermagem (distribuídos nos quatro turnos); um médico plantonista/turno; um fisioterapeuta nos turnos manhã e tarde; um funcionário da nutrição e dietética por turno; um funcionário de higienização por turno e uma secretária nos turnos da manhã e tarde, totalizando 10 profissionais por turno.

No que diz respeito aos recursos materiais, a unidade possui equipamentos de alta tecnologia, entre eles: aparelhos para ventilação mecânica, monitoração cardíaca contínua; oximetria de pulso; redes de oxigênio, ar comprimido e vácuo; aparelho de ECG; bombas de infusão; rede elétrica equipada com os mais diversos tipos de tomadas, com capacidade para atender pacientes graves que necessite de cuidados intensivos.

A Unidade de Terapia Intensiva possui equipamentos de biomedicina, uma unidade para cada leito, sendo eles: multiparâmetros, cama elétrica, ventilador mecânico, bombas de

infusão, e na Unidade ainda ficam a disposição os seguintes materiais: gasometria arterial, Raios-X portátil, cadeiras de rodas, macas, eletrocardiograma.

Foi registrada a reposição de 148 termômetros clínicos no período de agosto de 2002 a agosto de 2003, na Unidade de Tratamento Intensivo da instituição. Essa informação foi extraída através de análise do Sistema Operacional do hospital, chamado de SIGH versão 2.1; verificando os pedidos de reposição de termômetros no almoxarifado. A partir desse dado, foi realizada uma avaliação de indicadores ambientais, e, no mesmo período, foi realizada a avaliação de indicadores biológicos e psicológicos de 50 % da população total da Unidade de Terapia Intensiva.

Foram convidadas a participarem do estudo, as trabalhadoras da Unidade de Terapia Intensiva, sendo que 10 trabalhadoras da enfermagem (de um total de 27) se prontificaram. São elas as que mais usam o termômetro na verificação da temperatura corporal dos pacientes. Assim, a amostra ficou assim caracterizada: 2 trabalhadoras do turno da noite; 4 do turno da manhã; 4 do turno da tarde. Destas, uma enfermeira, seis técnicas de enfermagem e três auxiliares de enfermagem. Suas idades variam entre 22 e 41 anos, sendo que todas trabalham há pelo menos um ano na Unidade de Terapia Intensiva. A razão da escolha desta categoria se deve ao fato de elas serem mais suscetíveis à contaminação.

3.1.1 Medida de detecção de vapores e gases de mercúrio no ambiente¹

Para a medida de detecção de vapores e gases de mercúrio no ambiente, utilizou-se a metodologia de amostragem instantânea, por meio da leitura de tubos reagentes de gases fabricados pela Dräger Röhrchen na Alemanha, e bomba (Accuro) de fole também fabricada pela Dräger, com volume definido de 100cm³ (figura 2).



Figura 2: Bomba Accuro de fole / Dräger Röhrchen

O tubo reagente (figura 3) contém uma capa indicadora colorimétrica que, na presença do vapor de mercúrio, tem sua cor alterada para laranja, devido à reação química ($\text{Hg} + \text{CuI} \rightarrow \text{Cu-Hg} - \text{complex.}$).



Figura 3: O tubo reagente/ Dräger Röhrchen

¹ Essa etapa foi realizada pela Empresa Safety Job Medicina e Engenharia e Segurança do Trabalho Ltda., sob a coordenação técnica do engenheiro Lamartine Diny Barazzutti (CREA 68.695-DEA)

Rompendo as extremidades do tubo e conectando a bomba segundo a direção indicada pelo fabricante, faz-se a sucção do ar próximo ao nariz da pessoa exposta ao ambiente, pela pressão exercida no fole da bomba com uma das mãos. O método calorimétrico é considerado o mais tradicional para determinação de mercúrio, tendo sido bastante utilizado devido à sua simplicidade, baixo custo e rapidez. No entanto, este método sofre interferência de diversos elementos, exigindo várias etapas de separação. O agente calorimétrico mais empregado é a ditizona, que reage com o mercúrio para formar um complexo colorido, absorvido na região visível (490nm) (HORVAT,1996).

Utilizou-se a ampola reagente para vapor de mercúrio (ref. CH 231001) com a faixa de medição de $0,05 \text{ mg/m}^3$ até 2 mg/m^3 entre uma e quarenta sucções (bombeadas), o equivalente à vazão de 400ml/min até 16000ml/min. O resultado obtido foi corrigido conforme recomendação para correção da pressão atmosférica, donde $F_{\text{corrigido}} = 1013/h\text{Pa}$ (onde hPa= Pressão atmosférica no local da medição, Umidade relativa do ar: 73% e Temperatura do Ar: $25,3^{\circ}\text{C}$).

Depois de analisadas as condições de trabalho, foram analisados os diferentes ciclos laborais, da exposição ao agente ou o momento de maior agressividade, no que diz respeito à concentração. Durante a avaliação foram examinadas direção e velocidade do ar, temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e outras interferências.

3.1.1.1 Tempo de monitoração

A monitoração do ambiente de trabalho foi feita durante o exercício da atividade, com intervalos de 4min, ao longo da jornada de trabalho.

As pausas durante o trabalho foram excluídas do programa de medição (veja Tabela 6).

Tabela 6 - Intervalos da monitoração do ambiente de trabalho

Horas		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Minutos										
0:00	0:04	1	16	31	46	61	76	91	106	121
0:04	0:08	2	17	32	47	62	77	92	107	122
0:08	0:12	3	18	33	48	63	78	93	108	123
0:12	0:16	4	19	34	49	64	79	94	109	124
0:16	0:20	5	20	35	50	65	80	95	110	125
0:20	0:24	6	21	36	51	66	81	96	111	126
0:24	0:28	7	22	37	52	67	82	97	112	127
0:28	0:32	8	23	38	53	68	83	98	113	128
0:32	0:36	9	24	39	54	69	84	99	114	129
0:36	0:40	10	25	40	55	70	85	100	115	130
0:40	0:44	11	26	41	56	71	86	101	116	131
0:44	0:48	12	27	42	57	72	87	102	117	132
0:48	0:52	13	28	43	58	73	88	103	118	133
0:52	0:56	14	29	44	59	74	89	104	119	134
0:56	0:60	15	30	45	60	75	90	105	120	135

Fonte: Elaborado pela empresa de monitoração.

3.1.1.2 Descrição da situação avaliada

Na UTI da instituição em estudo, foi avaliada a exposição a gases e vapores liberados por ocasião da quebra de termômetros de vidro. Tal liberação de gases e vapores ocorre por causa do rompimento do termômetro que, em seu interior, forma uma coluna indicativa com leitura instantânea através de escala numérica.

A quebra sempre foi tratada como acidente com perda material, sem serem levadas em consideração as conseqüências da aspiração dos vapores liberados pelo Hg, quando na atmosfera e sua aspiração no momento da limpeza. O tratamento dado ao Hg por ocasião da quebra e o conseqüente derramamento é abaixo descrito.

Coletado (figuras 4, 5, 6) com o auxílio de um papel e armazenado em um vidro, que, quando cheio, é armazenado no almoxarifado, aguardando o destino final.



Figura 4



Figura 5



Figura 6

A quantidade de mercúrio armazenada na Unidade no momento da monitorização ambiental era de aproximadamente 50ml, acondicionada em um frasco plástico com tampa sobre o balcão de preparação e manipulação de medicamentos. Ainda ficam acondicionados neste frasco os termômetros quebrados sem mercúrio e pequenos fragmentos de vidros.

3.1.2 Medida de mercúrio (creatinúria) na urina²

No presente estudo foi detectada a medida de mercúrio (creatinúria) na urina por meio de uma amostra de urina, a primeira da manhã, da amostra das trabalhadoras de enfermagem da Unidade de Terapia Intensiva da instituição estudada. Ainda foi feita a mensuração da creatinúria de todas as quantificações para a avaliação da função excretora ou competência do aparelho urinário. Assim, se verificou que a excreção não estava comprometida em nenhuma amostra analisada.

² Coleta e envio realizado pelo Laboratório Herrmann. Análise realizada pelo Laboratório Toxilab.

Para a interpretação do exame, foram tomados como referência os valores normais presentes na urina, para mulheres, entre 20 e 44 anos, a faixa etária da amostra.

3.1.3 Medida de depressão e atenção concentrada³

A literatura aponta sintomas psíquicos decorrentes da intoxicação clínica por mercúrio (FOA; CAIMI, 1981; JACQUES, 1997; ZAVARIZ; GLINA, 1993), principalmente sintomas depressivos e de memória. Com base nas referências teóricas, optou-se pela avaliação de alguns indicadores psicológicos como depressão e déficit de memória.

No período da realização deste estudo, o Conselho Federal de Psicologia estava reavaliando os testes psicológicos existentes no Brasil para comercialização. Como nenhum teste de avaliação de memória havia sido liberado, optou-se apenas pela avaliação do quadro de depressão. Utilizou-se o teste Inventário de Beck já devidamente reavaliado e com adaptação brasileira.

Decidiu-se, também, pela avaliação da atenção, já que a quebra de termômetros poderia estar relacionada à falta de atenção durante o seu manuseio. Para tanto, utilizou-se o Teste D2 de Atenção Concentrada, validado para a realidade brasileira.

³ Avaliação psicológica realizada pela psicóloga Cristiane Pivatto (CRP 07/11212).

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos das avaliações realizadas estão aqui dispostos na seguinte ordem: medida de detecção de vapores e gases de mercúrio no ambiente; medida de mercúrio (creatinúria) na urina e medida de depressão e atenção.

As técnicas estatísticas utilizadas foram: a estatística descritiva e o teste de correlação de Spearman. O teste de correlação de Spearman é utilizado para substituir o teste de correlação de Pearson, quando os dados não apresentam distribuição normal e o número de indivíduos em estudo é pequeno. O teste permite verificar se existe correlação linear entre as variáveis. A estatística do teste varia de -1 a 1 ; e, quanto mais próximo de um, o resultado maior é a correlação existente entre as variáveis; se o sinal é positivo, a correlação é direta; se negativo, é inversa.

4.1 MEDIDA DE DETECÇÃO DE VAPORES E GASES DE MERCÚRIO NO AMBIENTE

Os resultados obtidos pela medida de detecção de vapores e gases de mercúrio no ambiente geram a Tabela 7:

Tabela 7- Análise através da medida de detecção de vapores e gases de mercúrio no ambiente

LOCAL	AGENTE	REF. TUBO	N	VALOR TETO	ABS P/PELE	ASFIXIANTE SIMPLES	TLV	RESULTADO OBTIDO	Ft	hPt
UTI	Hg	CH 23101	40	Não possuem	Não segundo norma brasileira	Não	BRASIL	ND	1,005	1008
							0,04	ND	1,005	1008
							mg/m ³	ND	1,005	1008
							USA	ND	1,005	1008
							0,05	ND	1,005	1008
							mg/m ³	ND	1,005	1008
								ND	1,005	1008
								ND	1,005	1008
								ND	1,005	1008
								ND	1,005	1008

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: Hg. Vapores de mercúrio

N – Quantidade de bombadas

TLV: Valor limite de tolerância normatizado.

ND: Nada detectado

Ft: Fator de correção em função da hPt

hPt hectopascal: Pressão atmosférica no local avaliado

Instrumentos: ampola reagente de número: CH 23101 fabricados pela Dräger Röhrrchen na Alemanha. Em um total de 40 bombadas na bomba (Accuro) de fole também fabricada pela Dräger, com volume definido de 100cm³.

Não foram detectados ou encontrados vapores ou gases de mercúrio no ambiente. Não houve reação em nenhum momento da avaliação da ampola reagente. É importante salientar que a avaliação ambiental foi realizada, tanto no gesto de recolhimento por ocasião da quebra de um termômetro, como também quando na Unidade se mantinha uma quantidade aproximada de 50ml de mercúrio elementar, armazenado em um pote devidamente fechado. Nos dois casos, não foram encontrados vapores ou gases de mercúrio no ambiente.

Além disso, foi realizada uma avaliação na procura de vapores ou gases de mercúrio em uma simulação real, com a quebra de um termômetro clínico que foi jogado ao chão e quebrado. Durante esse procedimento, o fole com a ampola reagente da Bomba Accuro ficaram ao nível do nariz de uma trabalhadora durante o ato de recolhimento dos resíduos ali quebrados, ou seja, do mercúrio elementar e dos fragmentos de vidro que compunham o termômetro. Também nesse caso não foi registrada reação na ampola. Assim sendo, não houve gases ou vapores de mercúrio detectados no ambiente.

4.2 MEDIDA DE MERCÚRIO (CREATINÚRIA) NA URINA

Os resultados do nível de mercúrio e creatinúria estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultados da medida de mercúrio (creatinúria) na urina: níveis de mercúrio e creatinúria

Amostra	Mercúrio	Creatinúria
01	0.1 µg/g creat.	0.98 g/l
02	1.0 µg/g creat.	1.39 g/l
03	4.9 µg/g creat.	1.0 g/l
04	1.6 µg/g creat.	1.4 g/l
05	0.9 µg/g creat.	1.2 g/l
06	0.1 µg/g creat.	1.03 g/l
07	0,1 µg/g creat.	1,12 g/l
08	0,6 µg/g creat.	1,65 g/l
09	0,1 µg/g creat.	2,01 g/l
10	0,1 µg/g creat.	1,0 g/l

Fonte: Dados da pesquisa.

Todas as amostras apresentam seus níveis de mercúrio dentro dos padrões NR –7 (possuindo o valor de referência até 5,0 µg/g creat. sendo que o índice biológico máximo para trabalhadores permitido é de 35,0 µg/g creat).

4.3 MEDIDA DE DEPRESSÃO E ATENÇÃO CONCENTRADA

4.3.1 Inventário de Beck – Depressão

Procuramos estabelecer os níveis de depressão pelo Inventário de Beck. Na interpretação do Inventário de Beck, usamos a escala que distribui os resultados dos testes em escores, conforme a tabela abaixo.

Tabela 9 – Distribuição da Intensidade de depressão baseado em escores

Nível	Escore
Mínimo	0 a 11
Leve	12 a 19
Moderado	20 a 35
Grave	36 a 63

Fonte: Cunha (2001, p. 58).

Com base nos escores do Manual da versão em português do Inventário de Beck, 50% da amostra apresenta sintomas leves de depressão e 50% não possuem sintomas de depressão.

4.3.2 Teste D2 - Atenção Concentrada

A análise dos dados demonstra que, em 50% dos casos analisados a rapidez não é acompanhada pela precisão ($R > P$). Em 30% dos casos analisados, verifica-se que a rapidez é acompanhada pela precisão ($R = P$). Nos restantes 20% dos casos analisados, constata-se que a rapidez é menor que a precisão ($R < P$). A Média Total da Amostra é de 78,6% de erros por omissão. Segundo a análise, trata-se de erros por omissão, havendo poucas marcações incorretas no teste.

Pode-se entender que na amostra há maior rapidez e menor concentração (precisão). As hipóteses para relacionar os resultados com os aspectos psicológicos do trabalho na Unidade de Terapia Intensiva sugerem ritmos acelerados e vários procedimentos simultâneos. De forma resumida, a amostra fica assim discriminada: 20% inferior; 20% médio; 30% superior; e 30% superior alto.

Tabela 10 – Relação entre escores e interpretação dos resultados do Teste D2 (Atenção Concentrada) /

Erros de Omissão	
Escore	Interpretação
0 a 40 erros	Inferior
40 a 70 erros	Médio
70 a 100 erros	Superior
Acima de 100 erros	Superior alto

Fonte: Manual do D2.

Os dados apresentados no teste D2 (Atenção Concentrada) são: quanto à rapidez, 90% da amostra alcançou escores superiores e 10%, médios. Quanto à concentração, cinco tiveram um escore superior (50%); quatro resultaram num escore médio (40%); e um, em escore inferior (10%). Os dados relativos ao Erro de Omissão ficaram assim distribuídos: três

com nível superior alto, representando 30%; três resultaram num nível superior, representando 30%; dois resultaram num nível médio, representando 20%; e, por fim, dois, ou seja, 20% da amostra tiveram resultado inferior.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na medida de detecção de vapores e gases de mercúrio no ambiente da UTI estudada verificou-se que os níveis de luminosidade e de ruídos estão adequados à norma regulamentadora do MT (Ministério do Trabalho). A temperatura é estável e gira em torno de 20 C°. Não há movimento de ar considerando que a propriedade química do mercúrio elementar, como de outras formas de mercúrio, é a volatilização, que é proporcional à temperatura (quanto mais quente o ambiente mais o mercúrio se volatiliza, formando mais vapores de mercúrio). A temperatura ambiental é um fator de relevância para a determinação dos índices de mercúrio detectados.

Durante a avaliação ambiental na Unidade de Terapia Intensiva, a temperatura era de 20° C, reduzindo a volatilização do mercúrio a níveis mínimos. Segundo Pires, Machado e Bittar (1988), o mercúrio apresenta uma taxa de evaporação que se eleva com o aumento da temperatura do metal e diminui quando as gotículas de mercúrio se revestem de óxidos, ou com pó, óleo e umidade presentes no piso onde se encontram. Em baixas temperaturas, o mercúrio emite vapores em quantidades apreciáveis, como, por exemplo, a 20° C, evaporam 13.1 mg/m³ de ar; a 24 °C; evaporam 18.0 mg/m³ de ar; e a 30°, evaporam 30.4 mg/m³ de ar.

Deve-se ressaltar que os trabalhadores da Unidade seguem uma rotina estabelecida, isto é, quando ocorrer quebra e exposição ao mercúrio, este deve ser imediatamente recolhido e armazenado em um recipiente com tampa. Durante o procedimento de recolhimento do termômetro clínico, também foi realizada a avaliação para a busca de vapores de mercúrio, porém não se constatou tal ocorrência. Durante toda avaliação ambiental realizada, a ampola reagente não se modificou em nenhum momento.

É importante ressaltar que nem sempre a quantidade de mercúrio é recolhida; porém, permanece no chão ou mesmo no leito do paciente. Da mesma forma, os trabalhadores da higienização, quando lavam o chão, também podem ficar expostos. A água utilizada pelos trabalhadores da higienização, para remover o mercúrio do chão provavelmente é jogada no expurgo, o que pode representar uma exposição ambiental.

Outro momento importante que merece ser descrito é quando quebra um termômetro no leito do paciente. Os restos do termômetro (vidro e mercúrio elementar) podem ir à lavanderia após o uso. A lavanderia hospitalar é um local completamente diferente da Unidade de Terapia Intensiva, especialmente, em termos de qualidade do ambiente. A temperatura da lavanderia é variável, mas, devido à necessidade de limpeza adequada das roupas, se faz necessária a lavagem com água quente, o que torna o mercúrio mais volátil. Outra situação que faz com que a temperatura seja maior é a necessidade de secagem rápida da roupa, devido à sua grande demanda de uso. Assim, são usadas centrífugas que promovem, através do calor, a secagem mais rápida das roupas. Portanto é, importante estender a medição a outros locais, não necessariamente àqueles onde ocorreu a quebra do termômetro.

Não se detectou a presença de sintomas depressivos que poderiam ser consequência da exposição ao mercúrio ou da natureza do trabalho realizado. Constatou-se rapidez, concentração (só um caso com escore inferior) e 60% da amostra em escore superior quanto à ocorrência de erros de omissão. Apenas 20% da amostra teve resultado inferior, o que pode levar a descuidos que comprometam a execução das tarefas.

Propõe-se a implementação de uma rotina de mensuração extensiva a outras áreas do hospital como medida de prevenção. Acredita-se que tal rotina implicará uma maior satisfação

do corpo funcional que reconhece a preocupação da instituição com a promoção da saúde de seus funcionários e dos órgãos oficiais fiscalizadores.

É necessário estimular a realização de novas pesquisas sobre a avaliação de aspectos ambientais. Novos estudos em ambientes hospitalares, bem como nos trabalhadores da higienização também devem ser estudados, pois podem estar acometidos pela possível intoxicação por mercúrio. Na lavanderia, o meio de transporte que leva a roupa para lá, além do manejo e das rotinas de monitorização dos níveis de mercúrio, (ambientais e biológicas). Propõe-se, ainda, estabelecer regras de uso e informações sobre os procedimentos por ocasião da quebra e exposição ao metal.

Quando ocorre quebra de termômetro que provoca exposição ao mercúrio, pode-se afirmar que ocorreu um acidente, uma exposição a um metal altamente tóxico, consequência de um erro ou uma falha. O erro humano é, geralmente, considerado a causa de acidentes e incidentes. O erro, embora cometido pelos homens, é, geralmente, do sistema. Para que uma desatenção ou negligência resulte em um acidente, há uma série de situações e decisões que criam as condições para o erro (GUIMARÃES, 2002).

Mas, há muitas situações em que o erro humano é caro para um ou alguns indivíduos, pois os efeitos, as consequências destas situações podem ser bastante graves. O erro no contexto médico, em centro cirúrgico, nos cuidados na administração das drogas e no uso de dispositivos médicos são alguns exemplos. Há indicações de um interesse crescente por problemas da parte de investigadores dos fatores humanos no trabalho (BOGNER, 1994); e logo se esperam mais pesquisas nesta área no futuro.

As oportunidades de o erro humano com conseqüências sérias em contextos médicos se deve, em parte, à complexidade dos equipamentos e dos procedimentos que alguns serviços médicos requerem. É importante que tais dispositivos estejam projetados e com uma sensibilidade grande ao potencial para as conseqüências sérias que poderiam resultar do mau funcionamento ou do emprego inadequado (KLATZKY; AYOUB, 1995).

O uso adequado do termômetro, aparelho de medição da temperatura corporal, feito basicamente de vidro e mercúrio, necessita de movimentos repetitivos e vigorosos, para posicionar o mercúrio elementar no reservatório e abaixo da escala; ou seja, abaixo de 35°C; e um período de tempo parado, geralmente em torno de 3 a 4 minutos, para que se realize a tomada adequada da temperatura corporal.

A rotina de Enfermagem em uma Unidade de Terapia Intensiva é maior que em outros setores do Hospital. Além disso há algumas particularidades a salientar: as atividades nas unidades de terapia intensiva são executadas sob pressão, pois os pacientes lá internados necessitam de muitos cuidados. A carga psicológica, a proximidade com a morte, os mecanismos de proteção e a hierarquia, tanto médica como da própria Enfermagem, são pontos relevantes para o aumento da carga psíquica de trabalho.

Embora não se tenha detectado indicadores de risco pela exposição ao mercúrio devido à quebra de termômetros, recomenda-se cautela na avaliação desses resultados, tendo em vista o caráter cumulativo do metal no organismo. Sugere-se a realização de avaliações periódicas em espaços de risco e a extensão das avaliações a outros setores hospitalares em que as condições ambientais e de proteção sejam menores como os setores de limpeza e a lavanderia.

REFERÊNCIAS

- AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. *Toxicological profile for mercury*: (update). Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1989. (Publication n. ATSDR/TP-88).
- ANDRADE FILHO, A. de; CAMPOLINA, D.; DIAS, M.B. *Toxicologia na prática clínica*. Belo Horizonte: Folium, 2001.
- ANGERAMI-CAMON, V.A. (Org.). *Psicologia hospitalar: teorias e práticas*. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1997.
- BATTIGELI, M.C. Mercury. In ROM, W.N. (Ed.) *Environmental and occupational medicine*. Boston: Little, Brown, 1993. p. 449-63.
- BOENING, D.W. Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review. *Chemosphere*, Oxford, v. 40, n. 12, p.1335-1351, 2000.
- BOGNER, M.S. *Human error in medicine*. Hillsdale: Erlbaum, 1994.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. *Lista de doenças relacionadas ao trabalho*. Portaria 1339/GM, de 18 de novembro de 1999. Brasília: MS, 2000.
- CANELA, M.C. *Determinação de mercúrio a nível traço: aplicação de amostras de interesse ambiental*. Dissertação (Mestrado em Química)-Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.
- CUNHA, J. A. *Manual da versão em português das Escalas de Beck*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2001. p. 58.
- DELLA ROSA, H.V.; COLCAIOPPO, S. A contribuição da higiene e da toxicologia ocupacional. In: ROCHA, L.E.; RIGOTTO, R.M.; BUSCHINELLI, J.T.P. (Orgs.). *Isto é trabalho de gente?* Petrópolis: Vozes, 1994, cap.14.
- DINER, B. Toxicity, mercury In: EMEDICINE: instant access to the minds of medicine. Disponível em: <<http://www.emedicine.com/emerg/topic813.htm>>. Acesso em 15 mai 2003.
- FARIA, M. de A.M. Mercurialismo metálico crônico ocupacional. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 116-127, fevereiro, 2003.
- FOÁ, V.; CAIMI, L. Patologia del mercúrio e suoi composti. In: SARTORELLI, E. *Tratatto di medicina del lavoro*. Padova: Piccin, 1981, p. 353-376.
- FOÁ, V. Neurotoxicity of elemental mercury. Occupational aspects. In: BLUM, K.; MANZO, L. (Eds.). *Neurotoxicology*. New York: Marcel Dekker, 1985. p. 323-343.
- FUORTES, L.J. et al. Immune thrombocytopenia and elemental mercury poisoning. *Journal of Toxicology Clinical Toxicology*, New York, v.33, n. 5, p. 449-455, 1995.
- GLINA, D.M.R.; ROCHA, L.E. (Orgs.). *Saúde mental no trabalho: desafios e soluções*. São Paulo: VK, 2000.
- GONÇALVEZ-RAMIREZ, D. et al. DMPS (2,3-Dimercaptopropane –1- sulfonate, dimaval) decreases the body burden of mercury in humans exposed to mercurous chloride. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, Baltimore, v. 287, n. 2, p. 8-12, 1988.

- GRANDJEAN, E. *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- GUIMARÃES, L.B.de M. (Ed.). *Ergonomia cognitiva: processamento da informação, erro humano, IHC*. Porto Alegre: UFRGS/EE/PPGEP, 2002.(Série monográfica: ergonomia).
- HORVAT, M. *In Global and Regional Mercury Cycles: Sources, Fluxes and Mass Balances*, Baeyens, W. et al., 1996.
- HURSH, J.B. et al. Percutaneous absorption of mercury vapor by man. *Archives of Environmental Health*, Washington, v. 44, n. 2, p. 120-127, 1989.
- JACQUES, M.G. Avaliação psicológica de trabalhadores expostos a metais pesados. *Saúde*, Porto Alegre, v. 2, p. 63-68, 1997.
- KLATZKY, R. L.; AYOUB, M.M. Health acre. In: NICKERSON, R.S. (Ed.). *Emerging needs and opportunities for human factors research* Washington: National Academy Press, 1995. p. 131-157.
- LACERDA, L. D.de. Minamata livre do mercúrio. *Ciência Hoje*, v. 23, n. 133, p. 24,1997.
- NALEWAY, C. et al. On-site screening for urinary Hg concentrations and correlation with glomerular and renal tubular function. *Journal of Public Health and Dentistry*, Richmond, v. 5, n. 1, p. 12-17, 1991.
- OGA, S. *Fundamentos de toxicologia*. São Paulo: Atheneu, 1996.
- OLIVEIRA, M.F.P.; ISMAEL, S.M.C. (Orgs.). *Rumos da psicologia hospitalar em cardiologia*. Campinas: Papirus, 1995.
- PIRES, J. de A.; MACHADO, E.P. ; BITTAR, N. Riscos à saúde e ao ambiente por mercúrio. *Caderno Técnico de Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 4, outubro/novembro, 1988.
- PITTA, A. *Hospital: dor e morte como ofício*. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SALOMONS, W.; FORSTNER, U. *Metals in the hydrocycle*. Berlin: Springer Verlag, 1984.
- SCHVARTSMAN, S. *Intoxicações agudas*. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 1991.
- SCHALLER, K.H. Inorganic mercury. In: WORLD HEALTH ORGANIZATION (Ed.). *Biological monitoring of chemical exposure at the workplace*, Geneva. p. 132-155, 1996
- SIGEYUKI, A. et al. Acute inorganic vapor inhalation poisoning. *Pathology International*, Carlton South, v. 50, n. 3, p. 169-174, 2000.
- SILVA, M.R.R. et al. *Otimização ergonômica dos tratos culturais da lavoura de cana de açúcar: 4 relatório técnico*. Rio de Janeiro: FGV/UFRJ, 1980. Mimeografado.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. International Program on Chemical Safety. *Methylmercury*. Geneva, 1990. p. 101-144. (Environmental health criteria)
- YOSHIDA, M. Relation of mercury exposure to elemental mercury levels in the urine and blood. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, v. 11, p. 33-37, 1985.
- ZAVARIZ, C.; GLINA, D.M.R. Efeitos da exposição ocupacional ao mercúrio em trabalhadores de uma indústria de lâmpadas elétricas localizada em Santo Amaro Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p.117-29, abril/junho, 1993.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção

Pesquisa: Avaliação ambiental, biológica e psicológica de exposição a mercúrio elementar: um estudo de caso.

Esta pesquisa tem o objetivo de avaliar os níveis de mercúrio em ambiente hospitalar, especificamente na Unidade de Tratamento Intensivo, visto a frequência das quebras de termômetros clínicos neste espaço e suas características ambientais (espaço fechado). Para tanto, será realizada a monitoração ambiental, a monitoração biológica e a avaliação psicológica dos trabalhadores.

O trabalho é desenvolvido pelo aluno Alexandre Jung, orientado pela professora Dra. Maria da Graça Jacques e é um dos requisitos para a titulação de Mestre em Engenharia da Produção com Ênfase em Ergonomia.

A participação no estudo é livre, espontânea e sem custos. Os custos serão de responsabilidade do pesquisador. Não haverá nenhuma punição e desconforto para os que participarem ou para aqueles que não participarem do estudo. Os resultados dos testes biológicos e psicológicos não serão individualizados na apresentação pública dos resultados, mas poderão ser solicitados pelos participantes se assim o desejarem.

Eu, _____, concordo em participar do estudo referido e estou ciente de que poderei desistir quando desejar, informando o pesquisador. Os contatos com o responsável pela pesquisa podem ser feitos através dos telefones (51) 9994-6611.

Lajeado, de _____ de 2003.