

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

AMANDA ALCAIDE FRANCISCO

**AVALIAÇÃO DE SAÚDE E SEGURANÇA NO LABORATÓRIO DE
ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ÁGUA DA SANEPAR E DETERMINAÇÃO DOS RESÍDUOS
QUÍMICOS GERADOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA

2013

AMANDA ALCAIDE FRANCISCO

**AVALIAÇÃO DE SAÚDE E SEGURANÇA NO LABORATÓRIO DE
ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ÁGUA DA SANEPAR E DETERMINAÇÃO DOS RESÍDUOS
QUÍMICOS GERADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental

Orientador: Prof.^a Dr. Sueli Tavares de Melo Souza

Co-orientador: Prof.^a Dr. Isabel Craveiro Moreira

LONDRINA

2013

TERMO DE APROVAÇÃO



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

Avaliação de saúde e segurança no laboratório de análise físico-química da estação de tratamento de água da SANEPAR determinação dos resíduos químicos gerados

por

Amanda Alcaide Francisco

Monografia apresentada no dia 03 de setembro de 2013 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho _____
(aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

Prof. Dr. Edilaine Regina Pereira
(UTFPR)

Prof. Dr. Fábio Cezar Ferreira
(UTFPR)

Profa. Dra. Sueli Tavares de Melo Souza
(UTFPR)
Orientador

Profa. Dra. Joseane Débora Peruço Theodoro
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pela vida e, também, pelas graças conquistadas ao longo dos anos.

Agradeço aos meus pais, Cida e Sergio, pelos esforços empregados desde o início da minha educação e do apoio incondicional. Agradeço, também, a toda minha família pelo carinho e companheirismo em momentos difíceis da graduação e da vida.

Agradeço aos meus amigos pela motivação, auxílio, paciência durante etapas de maior dificuldade. Agradeço ao Edson, a Rubiéli, a Thayane, a Mariana e a Nathália pela companhia e amizade nos anos de graduação.

Agradeço a Prof.^a Dra. Sueli Tavares de Melo Souza, pela orientação deste Trabalho de Conclusão de Curso, como também, por compartilhar seus conhecimentos e experiências, sua amizade e, principalmente, pela dedicação a este trabalho e ajuda profissional.

Agradeço a Prof.^a Dra. Isabel Craveiro Moreira, por aceitar co-orientar este estudo e também pela oportunidade de participar de um projeto de extensão, que teve grande influência na escolha do tema deste trabalho. Agradeço também, pela ajuda e amizade ao longo do curso.

Agradeço, também, a todos os professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, que tiveram participação na minha vida acadêmica e pessoal.

Agradeço ao Prof. Nilton Costa, ao Engenheiro Wilson Sachetin Marçal e a Mirian Raquel Bassetti pela colaboração na obtenção de informações para que o desenvolvimento deste estudo fosse possível.

Agradeço a SANEPAR por permitir o acompanhamento da rotina do laboratório de análise físico-química de água e tornar possível a realização deste trabalho de conclusão de curso.

Obrigada a todos que estão presentes na minha vida e tornaram este momento realidade.

RESUMO

FRANCISCO, Amanda Alcaide. Avaliação de saúde e segurança no laboratório de análise físico-química da estação de tratamento de água da SANEPAR e determinação dos resíduos químicos gerados. 2013. 82p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

Este estudo tem por objetivo averiguar a saúde e segurança dos técnicos laboratoriais responsáveis pela análise físico-química da água tratada na SANEPAR. Durante as análises foram verificados os agentes químicos utilizados, as especificações dos equipamentos de proteção individual (EPIs) e o seu uso. Para avaliar o dano à saúde do trabalhador foram verificados e comparados os limites de tolerância para cada substância química, segundo a NR 15 e a ACGIH. Como em toda análise química ocorre a geração de resíduos, foi necessário verificar e indicar o modo de segregação, acondicionamento, rotulagem e, possíveis, tratamento para os mesmos, assim como o descarte final adequado.

Palavras-chave: Análise de água. Saúde e Segurança do Trabalhador. Resíduos Químicos.

ABSTRACT

FRANCISCO, Amanda Alcaide. Evaluation of health and safety in the laboratory of physico-chemical analysis of water treatment at SANEPAR and chemical waste generated. 2013. 82p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

This study aims to investigate the health and safety of laboratory technicians responsible for physical and chemical analysis of treated water in SANEPAR. Through of the methodologies used were verified the chemical agents, the specifications of the personal protective equipment (PPE) and its use. To assess the damage to workers' health were checked and compared the tolerance limits for each chemical, according to NR 15 and ACGIH. As in all chemical analysis is the generation of residues, it was necessary to check and indicate the mode of segregation, packaging, labeling and, possible, treatment for them, as well as the final disposal.

Keywords: Water Analysis. Worker Health and Safety. Chemical Residues.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL	20
FIGURA 2 – DIMENSIONAMENTO DO SESMT	25
FIGURA 3 – DISPOSIÇÃO DOS TIPOS DE LUVA E SUA INDICAÇÃO CORRESPONDENTE	60
FIGURA 4 – LUVAS UTILIZADAS PELOS TÉCNICOS LABORATORIAIS DA SANEPAR	60
FIGURA 5 – LUVA NITRÍLICA (VERDE), LUVA DE BORRACHA NATURAL (AMARELA) E LUVA DE NEOPRENE (AZUL E AMARELA)	61
FIGURA 6 – LUVA DE BORRACHA BUTÍLICA (À ESQUERDA) E LUVA DE PVC (À DIREITA)	61
FIGURA 7 – ÓCULOS DE PROTEÇÃO	62
FIGURA 8 – MÁSCARA UTILIZADA PELOS TÉCNICOS LABORATORIAIS DA SANEPAR	64
FIGURA 9 – RESPIRADOR COM FILTRO SEMIFACIAL	64
FIGURA 10 – FILTROS PARA RESPIRADORES NAS CORES AMARELA, VERDE E BRANCA	65
FIGURA 11 – EXEMPLOS DE PROTEÇÃO PARA PÉS E PERNAS	66
FIGURA 12 – JALECO DE ALGODÃO	67
FIGURA 13 – DIAGRAMA DE HOMMEL	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MODELO DE APRESENTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS	33
TABELA 2 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUA IN NATURA E PRODUZIDA NA SANEPAR DE LONDRINA.....	38
TABELA 3 – REAGENTES QUÍMICOS, SUAS RESPECTIVAS FÓRMULAS E SUAS APLICAÇÕES	39
TABELA 4 – RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DOS REAGENTES QUÍMICOS E OS DANOS CAUSADOS À SAÚDE DO TÉCNICO LABORATORIAL	40
TABELA 5 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES PERMITIDAS PELA NR 15 E PELA ACGIH	56
TABELA 6 – FILTROS PARA PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA	63
TABELA 7 – INTER-RELAÇÃO ENTRE AS SUBSTÂNCIAS INCOMPATÍVEIS	69

LISTA DE SIGLAS

ABS	Agentes Tensoativos Surfactantes
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
BEI	Biological Exposure Índices
CA	Certificado de Aprovação
CAS	Chemical Abstracts Services
CAT	Comunicação de Acidente do Trabalho
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EDTA	Ácido Etilenodiamina Tetracético
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ETA	Estação de Tratamento de Água
FISPQ	Ficha de Segurança de Produtos Químicos
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ITs	Instruções de Trabalho
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NFPA	National Fire Protection Association
NR	Norma Regulamentadora
NTU	Unidades Nefelométricas de Turbidez
OD	Oxigênio Dissolvido
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRH	Política Nacional dos Recursos Hídricos
PNSST	Política Nacional de Saúde e Segurança no Trabalho
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SESMT	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina no Trabalho
SSMT	Secretaria de Segurança e Medicina no Trabalho
SIPAT	Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho
STEL	Short-Therm Exposure Limit
TLV	Threshold Limit Values
TWA	Time-Weighted Average

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	JUSTIFICATIVA	16
4	REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1	A ÁGUA	17
4.2	LEGISLAÇÕES VIGENTES	18
4.2.1	Corpos d'água	18
4.2.2	Consumo Humano	18
4.3	QUALIDADE DE ÁGUA	19
4.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	19
4.4.1	Etapas do Tratamento de Água	20
4.4.1.1	Coagulação	20
4.4.1.2	Floculação	21
4.4.1.3	Decantação	21
4.4.1.4	Filtração	22
4.4.1.5	Desinfecção	22
4.4.1.6	Fluoretação	22
4.5	SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO	22
4.5.1	Normas Regulamentadoras	23
4.5.1.1	NR 1 – Disposições Gerais	23
4.5.1.2	NR 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT)	25
4.5.1.3	NR 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)	26
4.5.1.4	NR 6 – Equipamento de Proteção Individual	27
4.5.1.5	NR 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)	28
4.5.1.6	NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)	29
4.5.1.7	NR 15 – Atividades e Operações Insalubres	29
4.5.1.8	NR 17 – Ergonomia	30
4.5.1.9	NR 26 – Sinalização de Segurança	31

4.6	ACGIH.....	32
4.7	RESÍDUOS QUÍMICOS LABORATORIAIS.....	33
4.7.1	Tratamento dos Resíduos Químicos	35
5	MATERIAIS E MÉTODOS	36
5.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	36
5.2	METODOLOGIA.....	36
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
6.1	METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA TRATADA	42
6.1.1	Cianeto.....	43
6.1.2	ABS – Agentes Tensoativos Surfactantes.....	44
6.1.3	Sólidos Totais Dissolvidos.....	45
6.1.4	Sulfeto	46
6.1.5	Flúor	47
6.1.6	pH.....	47
6.1.7	Cloreto.....	48
6.1.8	Nitrito.....	48
6.1.9	Dureza Total.....	49
6.1.10	Cor.....	50
6.1.11	Nitrato.....	50
6.1.12	Sulfato	50
6.1.13	Turbidez	51
6.1.14	Amônia	52
6.1.15	Clorofila a.....	52
6.2	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A NR 15 E A ACGIH.....	54
6.3	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)	58
6.3.1	Luvas.....	59
6.3.2	Óculos de Proteção	62
6.3.3	Máscaras.....	63
6.3.4	Botas	65
6.3.5	Jalecos de Algodão	66
6.4	RESÍDUOS QUÍMICOS GERADOS NO LABORATÓRIO DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA SANEPAR	67
6.4.1	Segregação, Armazenagem e Rotulagem.....	68

6.4.2 Tratamento e Recuperação dos Resíduos Gerados	70
7 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização, a água vem sendo utilizada em grande escala e em diversos aspectos, tais como para a ingestão, para a limpeza de utensílios domésticos ou de trabalho, na irrigação, na manutenção de indústrias, dentre outros. Sendo assim, seu valor não pode ser subestimado, pois ela é a essência para toda a vida na terra, uma vez que é um dos elementos mais importantes para todos os organismos (MACEDO, 2007, p. 1).

De acordo com Tsutiya (2006, p. 35) diversas atividades requerem o uso de água, como por exemplo, as práticas domésticas, as comerciais, as industriais e as públicas. Logo, para suprir tais necessidades, a mesma deve apresentar qualidade adequada e estar disponível em quantidade suficiente para atender a demanda. Assim, a água é importante não só para proteger a saúde, mas também para o desenvolvimento econômico, evidenciando a importância do abastecimento de água sob os aspectos sanitários e econômicos.

Entretanto, o mau uso deste recurso natural acarreta em seu desperdício e contaminação, que muitas vezes ocorre por meio de despejo de efluentes em corpos d'água, prejudicando sua qualidade e disponibilidade para os diversos usos. Portanto, devido à degradação que os mananciais estão sujeitos, é imprescindível a utilização das estações de tratamento de água – ETAs, que visam oferecer água potável à população, ou seja, livre de organismos patogênicos ou substâncias químicas que prejudiquem a saúde humana (TSUTIYA, 2006, p. 68; PARSEKIAN, 1998, p. 12).

Para avaliar a eficiência do tratamento realizado nas ETAS é necessário realizar procedimentos laboratoriais, no qual é indispensável a utilização de equipamentos e reagentes químicos para realizar a avaliação da qualidade da água tratada. Ao utilizar estes produtos químicos, ocorre a geração de resíduos, que podem acarretar malefícios aos usuários do laboratório, como também, ao meio ambiente, uma vez que os mesmos não sejam tratados ou dispostos de modo inadequado.

Além dos resíduos químicos gerados durante os procedimentos de análise de água, surge outra preocupação, a saúde e segurança dos técnicos laboratoriais. Já que a falta de uma postura responsável quanto ao uso de equipamentos de

proteção individual (EPI), equipamentos de proteção coletiva (EPC), ao atendimento das normas de segurança e procedimentos de análise podem acarretar em graves consequências a saúde do trabalhador. Portanto, devem ser inseridas práticas de segurança e saúde no trabalho, como também, enfatizar a importância do treinamento dos operadores no aspecto relacionado à segurança (PARSEKIAN, 1998, p. 129).

Logo, negligenciar as normas de segurança, devido à ausência de treinamento eficaz, faz com que muitos trabalhadores desempenhem suas atividades de forma inadequada, não utilizem os EPIs no desenvolvimento da atividade, contribuindo desta forma para acidentes no ambiente de trabalho. Partindo desse ponto é necessário levantar quais são as normas regulamentadoras relacionadas a segurança nas ETAs, os EPIs e EPCs que devem ser utilizados nas práticas laboratoriais e os resíduos químicos gerados.

Portanto, o objetivo principal deste estudo é verificar o atendimento da legislação em busca de um trabalho seguro nos laboratórios das ETAs, verificando, também, os reagentes químicos utilizados na análise de água, bem como, os resíduos gerados durante a avaliação da qualidade da mesma, uma vez que é fornecida à população do município de Londrina e região.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar e acompanhar as análises realizadas no laboratório de físico-química da estação de tratamento de água da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) e a partir das informações obtidas identificar os equipamentos de proteção e os produtos químicos utilizados, assim como os resíduos gerados, nas principais análises de água e avaliar o cumprimento das normas de segurança e saúde no trabalho.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que o objetivo geral deste estudo seja alcançado, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Visitar e observar as atividades realizadas no laboratório de físico-química da ETA da SANEPAR, a fim de avaliar as metodologias utilizadas nas análises, bem como, relacionar os produtos químicos utilizados nessas que podem conduzir a insalubridades de acordo com o anexo 11 da Norma Regulamentadora nº 15 do ministério do trabalho.
- Comparar os limites de tolerância estabelecidos para os produtos químicos da NR 15 com a ACGIH.
- Verificar a frequência do uso dos equipamentos de proteção individual e coletiva nas análises de água, determinando desta forma o nível de exposição dos técnicos laboratoriais aos agentes químicos.
- Observar os resíduos químicos gerados no final das análises laboratoriais, os quais necessitam de procedimentos adequados para armazenamento, tratamento e disposição final.

3 JUSTIFICATIVA

Como as análises feitas no laboratório das ETAs são práticas comuns e corriqueiras, é importante analisar se as metodologias realizadas durante as atividades estão de acordo com as normas de segurança e saúde no trabalho. É preciso verificar se os técnicos laboratoriais utilizam EPIs, EPCs e respeitam as normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho, a fim de evitar os riscos, prevenir acidentes e minimizar a degradação do meio ambiente.

Os resíduos químicos gerados, durante a análise de água produzida nas ETAs, devido aos procedimentos utilizados nos laboratórios, devem ser armazenados, se possível tratados, ou ser disposto de modo adequado. Sendo assim, surge a necessidade de avaliar os danos que os mesmo podem causar ao meio ambiente.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A ÁGUA

A história da humanidade está intimamente ligada com o uso da água para o abastecimento humano, sendo assim, a localização de rios e lagos, definiu o estabelecimento de comunidades, que buscavam atender necessidades fisiológicas, preparar alimentos e promover a limpeza. Dentre os eventos que marcaram a evolução humana e tecnológica quanto à utilização de água estão: a irrigação, a dessedentação de animais, a captação de água subterrânea, o armazenamento de água, o sistema hidráulico e as técnicas de abastecimento humano (HELLER; PÁDUA, 2006, p.34, 35).

A água é um elemento imprescindível às diversas formas de vida, uma vez que, de modo direto ou indireto é necessária e fundamental a todas elas, assim como o ar atmosférico e a energia solar. De modo singular, a água é o único elemento capaz de ser encontrado nos três estados físicos (sólido, líquido e gasoso) na natureza (MACHADO; TORRES, 2013, p.3). É o constituinte inorgânico com maior ocorrência na matéria viva, representando 60% do peso humano, 98% em alguns animais aquáticos e diversos vegetais também são constituídos por grandes porcentagens de água (SPERLING, 2005, p. 17).

Atualmente, os principais usos da água são o abastecimento doméstico, o industrial, a irrigação, a aquicultura, a geração de energia hidroelétrica, a navegação, a recreação e lazer, harmonia paisagística, a pesca e transporte de despejos (HELLER; PÁDUA, 2006, p.38, 39) e (SPERLING, 2005, p. 19). Entretanto, devido às diversas utilizações deste elemento para atender as necessidades físicas e econômicas, a atividade humana gerou o ônus ao planeta, já que ocorreu também a poluição de grandes mananciais, ameaçando diversas civilizações (NIEMEYER, 2012, p. 11).

4.2 LEGISLAÇÕES VIGENTES

4.2.1 Corpos d'água

A Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, instituída pela lei nº9.433, de 8 de janeiro de 1997, fundamenta que a água é um bem de domínio público, sendo um recurso natural limitado, que possui valor econômico. Em situações de escassez, o uso prioritário da mesma é o consumo humano e a dessedentação de animais e informa também, que a gestão de recursos hídricos deve promover o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997).

A lei n.º 12.726, de vinte e seis de novembro de 1999, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e assim, como a PNRH possui os mesmos fundamentos, diferenciando-se apenas pela primeira por afirmar que a água possui valor econômico, como também, social e ambiental (CASA CIVIL, 1999).

Já o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente - nº 357 (BRASIL, 2006), disserta que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza.

4.2.2 Consumo Humano

A Portaria nº 2.914, de doze de dezembro de 2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. De acordo com o art. 2º, esta portaria é aplicada apenas à água destinada ao consumo humano, proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água. Já o art. 3º afirma que a água para consumo humano, que passa pelo sistema de distribuição, deve ser objeto de controle e vigilância (BRASIL(a), 2011).

4.3 QUALIDADE DE ÁGUA

A qualidade da água, muitas vezes, é comprometida ainda nos mananciais, uma vez que, ocorre despejo de efluentes e resíduos em rios e lagos, a chuva promove o carreamento de defensivos agrícolas para os corpos hídricos, entre outras atividades antrópicas (BRASIL, 2005, p. 20). Devido a estas ações é necessário realizar a caracterização da água por meio de diversos parâmetros, que determinam a qualidade e os componentes impuros que estão presentes na mesma, sendo eles classificados como químico, físico e biológico (MOTA, 2006, p. 141).

Os indicadores biológicos são avaliados a partir do número de coliformes fecais, que indica a contaminação por patógenos, podendo ser também causadores de doenças gastrointestinais, causadas por protozoários, bactérias e vírus (PARSEKIAN, 1998, p. 12). É avaliado também a presença de algas, que em meios ricos em nutrientes, ocorrem em grande quantidade, gerando sabor e odor desagradáveis aos corpos d'água e reduzindo a concentração de oxigênio do meio aquático (BRAGA et al., 2005, p. 102).

Já os parâmetros físicos determinam a escolha da tecnologia a ser empregada no tratamento, sendo essas, caracterizadas por turbidez, cor aparente e cor verdadeira, sabor, odor, temperatura, condutividade e sólidos em suspensão e dissolvido (PARSEKIAN, 1998, p. 12; FUNASA, 2006, p. 44). Já os indicadores químicos empregados para determinar a qualidade da água são o potencial hidrogeniônico (pH), a alcalinidade, a dureza, os cloretos, o ferro, o manganês, o nitrogênio, o fósforo, os fluoretos, o oxigênio dissolvido (OD), a matéria orgânica, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a demanda química de oxigênio (DQO), os componentes inorgânicos e os componentes orgânicos (MOTA, 2006, p. 143).

4.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Para que a água possa estar apta ao consumo humano, a mesma deve ser potável, o que implica no atendimento aos padrões mínimos exigidos para que seja consumida e não transmita doenças à população. Logo, os processos de tratamento

empregados em uma ETA devem ser criteriosos, pois envolvem uma enorme responsabilidade. Outro determinante para a ETA é conhecer a fonte de água que será utilizada para o abastecimento público, avaliando sua qualidade e seu volume (PARSEKIAN, 1998, p. 129).

O tratamento de água mais utilizado no Brasil é o convencional, dentre eles podem ser citados a captação, pré-desinfecção, a coagulação, a floculação, a decantação, a flotação, a filtração, a desinfecção e a fluoretação (PARSEKIAN, 1998, p. 8). A Figura 1 apresenta as instalações do tipo convencional administrada pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR.

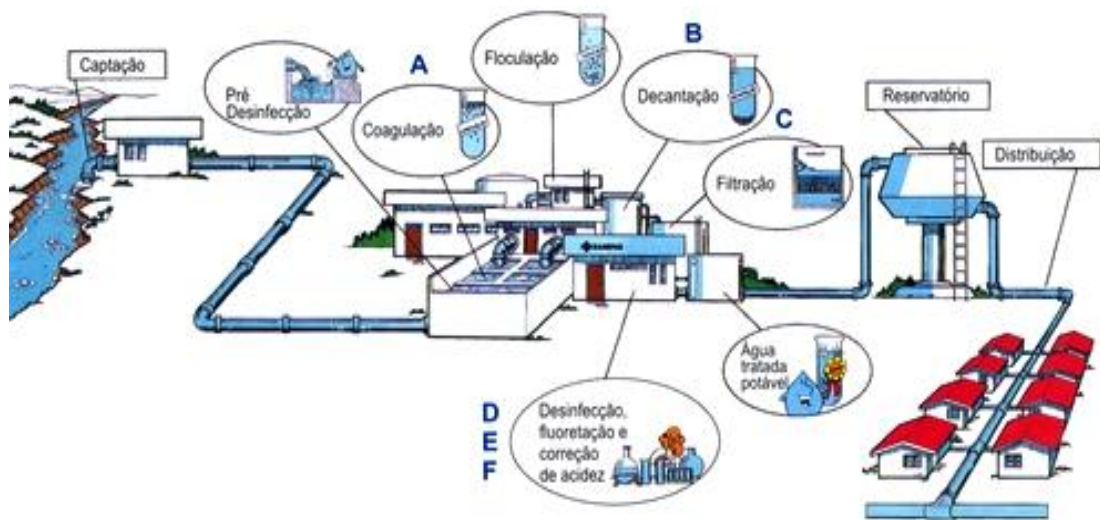


Figura 1 – Estação de tratamento de água convencional
 Fonte: SANEPAR (2013).

4.4.1 Etapas do tratamento de Água

4.4.1.1 Coagulação

Esta etapa objetiva remover de modo adequado partículas suspensas, coloidais, dissolvidas e outros contaminantes, responsáveis pela turbidez, cor, odor e sabor nas águas para abastecimento. Para desempenhar este procedimento, são

adicionados agentes coagulantes, que tem por finalidade reagir com as impurezas presentes na água (MACEDO, 2007; HELLER; PÁDUA, 2006, p. 531).

Os agentes coagulantes possuem a finalidade de reduzir as forças eletrostáticas de repulsão, quem mantém separadas as partículas em suspensão, as coloidais e uma parcela das dissolvidas. Logo, possibilita-se condições para que ocorra a aglutinação das mesmas, facilitando, posteriormente, remoção das impurezas por meio da sedimentação ou filtração. Os coagulantes mais utilizados são: sulfato de alumínio, cloreto férrico, sulfato férrico e polímeros sintéticos (MOTA, 2006, p. 236).

4.4.1.2 Floculação

A floculação consiste em uma etapa física, na qual, após a adição de coagulantes, busca-se provocar o encontro entre as partículas existentes para que ocorra a formação dos flocos (PARSEKIAN, 1998, p. 16). Nessa etapa a velocidade de agitação deve ser lenta, a fim de promover choques entre as partículas e aumentar o tamanho das mesmas. Este processo do tratamento de água depende essencialmente do pH, da temperatura, da quantidade de impureza. (MACEDO, 2007, p. 358).

4.4.1.3 Decantação

Esta etapa é essencialmente física, uma vez que ocorre devido à força da gravidade. Durante a decantação, as impurezas que foram previamente aglutinadas em flocos na etapa da floculação, são depositadas no fundo do tanque (MACEDO, 2007, p. 351). De acordo com Heller e Pádua (2006, p.533), esta é uma das técnicas mais simples e antigas utilizadas para promover a clarificação das águas.

4.4.1.4 Filtração

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2004), a filtração é a remoção de partículas suspensas e coloidais dispersas na água que escoam por um meio poroso. Esta etapa representa a fase final da remoção de impurezas, logo, é a principal devido à produção de água com qualidade condizente ao padrão de potabilidade. A filtração pode envolver fenômenos físicos, químicos e, às vezes, biológicos (RICHTER; NETTO, 1991, p. 195).

4.4.1.5 Desinfecção

De acordo com Heller; Pádua (2006), a etapa da desinfecção na água tem a finalidade de corrigir e prevenir, eliminando os organismos patogênicos presentes na água. Sendo assim, na água fornecida a população é mantido um residual do desinfetante, evitando malefícios posteriores. Os desinfetantes mais utilizados são: cloro, ozônio e radiação ultravioleta (PARSEKIAN, 1998, p. 19).

4.4.1.6 Fluoretação

Esta etapa consiste na adição de flúor, geralmente na forma de ácido fluossilícico, fluossilicato de sódio, fluoreto de sódio ou fluoreto de cálcio, com o objetivo de prevenir a formação da cárie dentária (HELLER; PÁDUA, 2006, p. 546).

4.5 SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO

A saúde e a segurança no trabalho devem promover a manutenção dos mais elevados níveis de bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores de todos os

setores de atividade, deve também prevenir os trabalhadores de efeitos adversos para a saúde decorrentes das suas condições de trabalho. Visa a proteger os trabalhadores perante os riscos resultantes de condições prejudiciais à saúde, apresentar um ambiente de trabalho ajustado às suas necessidades físicas e mentais (ILO, 2009).

O Decreto nº 7.602, de 07 de novembro de 2011, sob a forma de anexo, dispõe sobre os objetivos e princípios da Política Nacional de Saúde e Segurança no Trabalho – PNSST:

A Política Nacional de Saúde e Segurança no Trabalho – PNSST tem por objetivos a promoção da saúde e a melhoria da qualidade de vida do trabalhador e a prevenção de acidentes e de danos à saúde advindos, relacionados ao trabalho ou que ocorram no curso dele, por meio de eliminação ou redução de riscos nos ambientes de trabalho (BRASIL(b), 2011).

4.5.1 Normas Regulamentadoras

A Portaria Nº 3.214, de 08 de junho de 1978, aprova as Normas Regulamentadoras – NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), relativas à Segurança e Medicina do Trabalho (BRASIL, 1978).

4.5.1.1 NR 1 – Disposições Gerais

Esta NR descreve as competências da secretaria e superintendência regional do trabalho, os direitos e deveres dos empregados e empregadores. Deve ser cumprida pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos poderes legislativo e judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (BRASIL, 1983).

A portaria n.º 06, de nove de março de 1983 atualizou os deveres de empregados e empregadores. Sendo assim, é dever dos empregadores cumprir os seguintes itens:

- a) cumprir e fazer cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho;
- b) elaborar ordens de serviço sobre segurança e saúde no trabalho, dando ciência aos empregados por comunicados, cartazes ou meios eletrônicos;
- c) informar aos trabalhadores:
 - I. os riscos profissionais que possam originar-se nos locais de trabalho;
 - II. os meios para prevenir e limitar tais riscos e as medidas adotadas pela empresa;
 - III. os resultados dos exames médicos e de exames complementares de diagnóstico aos quais os próprios trabalhadores forem submetidos;
 - IV. os resultados das avaliações ambientais realizadas nos locais de trabalho.
- d) permitir que representantes dos trabalhadores acompanhem a fiscalização dos preceitos legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho;
- e) determinar procedimentos que devem ser adotados em caso de acidente ou doença relacionada ao trabalho.

Os deveres dos empregados, que também foram alterados por esta portaria, elencam as seguintes atribuições:

- a) cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e saúde do trabalho, inclusive as ordens de serviço expedidas pelo empregador;
- b) usar o EPI fornecido pelo empregador;
- c) submeter-se aos exames médicos previstos nas Normas Regulamentadoras - NR;
- d) colaborar com a empresa na aplicação das Normas Regulamentadoras - NR;

4.5.1.2 NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT)

De acordo com a alteração realizada pela Portaria SSMT n.º 33, de vinte e sete de outubro de 1983, as empresas privadas e públicas, os órgãos públicos da administração direta e indireta e dos poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, manterão, obrigatoriamente, Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho (BRASIL, 1983).

O SESMT pode ser dimensionado através do risco da atividade principal e a quantidade de empregados do estabelecimento. Ao final desta análise determina-se os número e que são os profissionais. Os profissionais relacionados na tabela são: técnicos e engenheiros de segurança do trabalho, auxiliares de enfermagem, enfermeiros e médicos do trabalho. Nota-se, através da Figura 2, que a composição começa com 1 técnico de segurança para atividades de risco 4 e número mínimo de 50 funcionários, já o risco 3 conta com o número mínimo de 101 funcionários e os riscos 1 e 2 requerem o número mínimo de 501 funcionários.

Grau de Risco	N.º de Empregados no estabelecimento	Técnicos							
		50 a 100	101 a 250	251 a 500	501 a 1.000	1.001 a 2000	2.001 a 3.500	3.501 a 5.000	Acima de 5000 Para cada grupo De 4000 ou fração acima 2000**
1	Técnico Seg. Trabalho				1	1	1	2	1
	Engenheiro Seg. Trabalho						1*	1	1*
	Aux. Enferm. do Trabalho						1	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1*	
	Médico do Trabalho					1*	1*	1	1*
2	Técnico Seg. Trabalho				1	1	2	5	1
	Engenheiro Seg. Trabalho					1*	1	1	1*
	Aux. Enferm. do Trabalho					1	1	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1	
	Médico do Trabalho					1*	1	1	1
3	Técnico Seg. Trabalho		1	2	3	4	6	8	3
	Engenheiro Seg. Trabalho				1*	1	1	2	1
	Aux. Enferm. do Trabalho					1	2	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1	
	Médico do Trabalho				1*	1	1	2	1
4	Técnico Seg. Trabalho	1	2	3	4	5	8	10	3
	Engenheiro Seg. Trabalho		1*	1*	1	1	2	3	1

Figura 2 – Dimensionamento do SESMT.

Fonte: NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (BRASIL,1983).

4.5.1.3 NR 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)

A CIPA é uma comissão que objetiva prevenir acidentes e doenças decorrentes do trabalho, em empresas públicas e privadas, regidas pela CLT, que conta com representantes do empregador e empregados. Estes possuem o mandato por um ano, podendo o mesmo ser renovado por mais um ano. As ações da CIPA ocorrem por meio de ações que visam a melhoria das condições do trabalho, eliminando prováveis causas de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, para tanto, a CIPA deve atender às seguintes atribuições (BRASIL, 1999):

- a) identificar os riscos do processo de trabalho, e elaborar o mapa de riscos, com a participação do maior número de trabalhadores, com assessoria do SESMT, onde houver;
- b) elaborar plano de trabalho que possibilite a ação preventiva na solução de problemas de segurança e saúde no trabalho;
- c) participar da implementação e do controle da qualidade das medidas de prevenção necessárias, bem como da avaliação das prioridades de ação nos locais de trabalho;
- d) realizar, periodicamente, verificações nos ambientes e condições de trabalho visando a identificação de situações que venham a trazer riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores;
- e) realizar, a cada reunião, avaliação do cumprimento das metas fixadas em seu plano de trabalho e discutir as situações de risco que foram identificadas;
- f) divulgar aos trabalhadores informações relativas à segurança e saúde no trabalho;
- g) participar, com o SESMT, onde houver, das discussões promovidas pelo empregador, para avaliar os impactos de alterações no ambiente e processo de trabalho relacionados à segurança e saúde dos trabalhadores;
- h) requerer ao SESMT, quando houver, ou ao empregador, a paralisação de máquina ou setor onde considere haver risco grave e iminente à segurança e saúde dos trabalhadores;
- i) colaborar no desenvolvimento e implementação do PCMSO e PPRA e de outros programas relacionados à segurança e saúde no trabalho;

- j) divulgar e promover o cumprimento das Normas Regulamentadoras, bem como cláusulas de acordos e convenções coletivas de trabalho, relativas à segurança e saúde no trabalho;
- k) participar, em conjunto com o SESMT, onde houver, ou com o empregador, da análise das causas das doenças e acidentes de trabalho e propor medidas de solução dos problemas identificados;
- l) requisitar ao empregador e analisar as informações sobre questões que tenham interferido na segurança e saúde dos trabalhadores;
- m) requisitar à empresa as cópias das CAT emitidas;
- n) promover, anualmente, em conjunto com o SESMT, onde houver, a Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho – SIPAT;
- o) participar, anualmente, em conjunto com a empresa, de Campanhas de Prevenção da AIDS.

4.5.1.4 NR 6 – Equipamento de Proteção Individual (EPI)

Entende-se por Equipamento de Proteção Individual, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e à saúde no trabalho. Os EPIs podem ser definidos, também, como dispositivos associados contra um ou mais riscos que ameacem a saúde e segurança do trabalhador (BRASIL, 2001).

Os EPIs podem ser de fabricação tanto nacional, como também ser importado, entretanto só estarão aptos a venda os que apresentarem o Certificado de Aprovação – CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do trabalho e emprego.

Os equipamentos de proteção individual deve ser, obrigatoriamente, fornecido pelos empregadores gratuitamente, nas seguintes circunstâncias:

- a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas;
- c) para atender a situações de emergência.

De acordo com a Portaria SIT n.º 194, de sete de dezembro de 2010, cabem ao empregador, quanto ao uso do EPI, as seguintes atribuições:

- a) adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- b) exigir seu uso;
- c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guardar e conservar;
- e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;
- g) comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada;
- h) registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico.

A Portaria SIT n.º 194, determina, também, as responsabilidades do trabalhador, como segue nos itens abaixo:

- a) usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
- b) responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;
- d) cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

4.5.1.5 NR 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)

Esta norma constitui a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do PCMSO, uma vez que este objetiva promover e preservar a saúde dos seus trabalhadores. O PCMSO apresenta a característica de prevenir, rastrear e diagnosticar precocemente os agravos à saúde gerados pelo trabalho, sendo assim, é considerado os riscos que envolvem as atividades desenvolvidas pelos empregados (BRASIL, 1994).

Para o acompanhamento adequado da saúde do trabalhador, o PCMSO, inclui a realização obrigatória dos seguintes exames médicos, a fim de avaliar clinicamente anamnese ocupacional:

- a) admissional;
- b) periódico;
- c) retorno ao trabalho;
- d) mudança de função;
- e) demissional.

4.5.1.6 NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)

Este programa deve ser utilizado por empregadores, uma vez que preserva a saúde e a integridade do trabalhador, por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e posterior controle da ocorrência dos riscos ambientais existentes ou que podem existir no ambiente de trabalho, protegendo também, o meio ambiente e os recursos naturais. Os riscos considerados neste programa são os físicos, químicos e biológicos. Estes riscos devem ser considerados no local de trabalho, devido à sua natureza, concentração e tempo de exposição que podem acarretar prejuízos à saúde do trabalhador (BRASIL, 1994).

Estrutura mínima do PPRA:

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

4.5.1.7 NR 15 – Atividades e Operações Insalubres

De acordo com esta norma regulamentadora são consideradas como atividades ou operações insalubres aquelas que se desenvolvem acima dos limites

de tolerância previstos pelos anexos n.º 1, 2, 3, 5, 11 e 12. Os limites de tolerância podem ser compreendidos como a concentração ou intensidade mínima ou máxima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não afete a saúde do trabalhador, durante sua vida laboral (BRASIL, 1978).

O trabalhador exposto às condições insalubres é assegurado por adicionais incidentes sobre o salário mínimo da região, equivalente à:

- a) 40% (quarenta por cento), para insalubridade de grau máximo;
- b) 20% (vinte por cento), para insalubridade de grau médio;
- c) 10% (dez por cento), para insalubridade de grau mínimo.

No caso de laboratório utiliza-se o anexo 11- Agentes Químicos cuja Insalubridade é Caracterizada por Limite de Tolerância e Inspeção no Local de Trabalho.

4.5.1.8 NR 17 – Ergonomia

Esta norma busca adaptar as condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, a fim de proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Tais condições estão relacionadas com o levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho, como também, a própria organização do mesmo (BRASIL, 1990).

O item 17.3.2 trata de trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito em pé. Neste trabalho as bancadas, mesas, escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação e devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) ter altura e características da superfície de trabalho compatíveis com o tipo de atividade, com a distância requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento;
- b) ter área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador;
- c) ter características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.

As condições ambientais de trabalho devem proporcionar ao empregado características psicofisiológicas adequadas, para tanto, recomenda-se o atendimento dos seguintes itens:

- a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO;
- b) índice de temperatura efetiva entre 20 °C e 23°C;
- c) velocidade do ar não superior a 0,75m/s;
- d) umidade relativa do ar não inferior a 40 (quarenta) por cento.

A organização do local de trabalho (item 17.6.2) é fundamental para a manutenção das condições físicas e psicológicas do empregado, sendo assim, deve ser considerado:

- a) as normas de produção;
- b) o modo operatório;
- c) a exigência de tempo;
- d) a determinação do conteúdo de tempo;
- e) o ritmo de trabalho;
- f) o conteúdo das tarefas.

4.5.1.9 NR 26 – Sinalização de Segurança

Esta norma estabelece a padronização das cores a serem utilizadas como sinalização de segurança nos ambientes de trabalho, com a finalidade de proteger e advertir o trabalhador acerca dos riscos existentes em relação a saúde e a integridade física dos trabalhadores. As cores são usadas para identificar equipamentos de segurança, delimitar áreas, identificar tubulações que conduzem líquidos e gases, e advertir contra possíveis riscos. Entretanto, é importante usar as cores apenas quando necessário, a fim de evitar distrações, confusão e fadiga ao trabalhador (BRASIL, 2011).

4.6 ACGIH

A ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) é uma organização que trabalha para o avanço dos padrões relacionados a proteção do trabalhador provendo informações científicas precisas e objetivas para os profissionais de segurança e saúde ocupacional. Esta instituição conta com comitês que desenvolvem os limites de valores de exposição para produtos químicos – TLV (Threshold Limit Values) e os índices de exposição biológica – BEI (Biological Exposure Índices). Estes guias de orientação são utilizados para determinar os níveis de exposição seguros aos agentes químicos, físicos e biológicos presentes no ambiente de trabalho (ACGIH, 2012).

Os TLVs estão relacionados às concentrações dos compostos químicos, nas quais, os trabalhadores estão constantemente expostos, durante a jornada de trabalho. Tais limites devem ser aplicados como recomendações para auxiliar a avaliação e a redução de riscos potenciais à saúde na jornada de trabalho. Para que os trabalhadores estejam devidamente protegidos, os TLVs foram subdivididos, logo duas classificações são utilizadas, a TWA, que representa a média ponderada pelo tempo e a STEL, que determina os limites para a exposição de curta duração (ACGIH, 2012, p. 3).

A TWA (Time-Weighted Average) é a concentração média ponderada no decorrer do tempo, tal índice é válido para jornadas de trabalho de 8 horas diárias e 40 horas semanais, partindo do pressuposto que os trabalhadores estão expostos aos agentes químicos constantemente, sem sofrer prejuízos à saúde. Já a STEL (Short-Therm Exposure Limit) é o limite de exposição média ponderada no período de 15 minutos, no qual este intervalo de tempo não deve ser ultrapassado sob nenhuma circunstância, mesmo que o TWA esteja dentro dos limites de exposição. Tais índices são complementares, ou seja, para que o trabalhador esteja protegido ambos devem ser respeitados (ACGIH, 2012, p. 4, 5).

Para avaliar os valores dos limites de exposição de agentes químicos, a ACGIH publica anualmente seu manual, no qual constam as substâncias químicas, seu respectivo CAS (Chemical Abstracts Services) – número de registro do produto químico, as concentrações estabelecidas a partir do TLV. São apresentadas também as principais formas de agressão ao organismo do trabalhador, o peso molecular do

composto químico, bem como, os riscos a integridade e as doenças advindas da interação com um determinado reagente. Na Tabela 1, pode-se observar como as informações são apresentadas.

Tabela 1 – Modelo de apresentação das informações das substâncias químicas.

Substância [n° CAS]	Valores Adotados		Notações	Peso Mol.	Base do TLV®
	TWA	STEL			

Fonte: Adaptado ACGIH, 2012.

4.7 RESÍDUOS QUÍMICOS LABORATORIAIS

De acordo com Figuerêdo (2006), os resíduos podem ser definidos como um material remanescente de alguma apropriação, processo ou atividade e que, em princípio, possui um potencial de uso para o próprio gerador ou não, com ou sem tratamento. Já nas instituições de ensino e de pesquisa, isto significa dizer que o que foi considerado resíduo, em outro laboratório, pode se constituir em material útil.

Segundo o Ministério da Saúde, por meio da Resolução 33, de 25 de fevereiro de 2003, os resíduos químicos podem ser classificados como contendo substâncias químicas que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, independente de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

A toxicidade pode ser compreendida como a capacidade de uma dada substância produzir efeitos prejudiciais ao meio ambiente e aos organismos vivos. Portanto, é de fundamental importância que haja limites de tolerância para os agentes químicos, para que assim, a probabilidade de uma substância acarretar efeitos nocivos seja reduzida (CIAVE, 2009). Já a corrosividade ocorre, uma vez

que, o reagente, por reação química, causa danos severos à tecidos vivos ou a outros materiais (UNIFESP, 2004). Neste caso, evidencia-se a necessidade do uso de EPIs nos laboratórios.

Já os agentes químicos, que apresentam alta reatividade, possuem as características de serem normalmente instáveis ou reagirem violentamente com a água, formando misturas potencialmente explosivas com a mesma (BRASIL, 2004). Sendo assim, conhecer as propriedades dos agentes químicos é essencial para o desenvolvimento adequado das atividades laboratoriais e da segurança dos técnicos. Outro fator de grande relevância é a volatilidade dos reagentes, uma vez que esta relaciona-se com a facilidade da substância passar do estado líquido para o estado gasoso, ou seja, são compostos líquidos que evaporam rapidamente (BROWN; LEMAY; BURSTEN; 2005, p. 392).

Os resíduos químicos podem ser subdivididos do seguinte modo (FORNAZZARI; STIIRMER, 2008):

- Solventes Orgânicos halogenados: derivados de hidrocarbonetos que possuem halogênios, tais como: flúor, cloro, bromo, iodo. Por exemplo: derivados halogenados ou haletos orgânicos, clorofórmio, bromofórmio, cloreto de etila, cloreto de benzila.
- Solventes Orgânicos não halogenados: solventes orgânicos e soluções orgânicas que não contenham elementos de halogênios tais como cloro, flúor, bromo, iodo. Por exemplo: hidrocarbonetos, álcoois, ácidos carboxílicos, aldeídos, éteres, ésteres, entre outros.
- Compostos Inorgânicos: são substâncias químicas que não contém na sua estrutura carbono. Por exemplo: ácidos, bases, sais e óxidos inorgânicos.
- Compostos Orgânicos: são substâncias químicas que contém na sua estrutura carbono e hidrogênio e muitas vezes oxigênio, nitrogênio, enxofre, fósforo, boro, entre outros.
- Solução contendo metais pesados: metais pesados são altamente reativos e bio-acumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los. Por exemplo: soluções contendo chumbo, bário, cádmio, arsênio, selênio, cromo, mercúrio, níquel, zinco, alumínio, prata, cobre.
- Outros compostos: são todos os resíduos que não se não se enquadraram dentro das classificações anteriores.

4.7.1 Tratamento dos Resíduos Químicos

Para que os resíduos químicos recebam o tratamento adequado é importante aplicar métodos de gerenciamento dos mesmos. Inicialmente devem ser elaboradas estratégias que busquem reduzir a geração destes materiais, e, sempre que possível, utilizar agentes químicos com a menor periculosidade possível (JÚNIOR, 2002, p. 123). Realizar o tratamento dos resíduos químicos é fundamental para que sua periculosidade seja minimizada ou extinta, tal procedimento pode ser simplificado quando os compostos químicos presentes nos resíduos podem ser facilmente neutralizados, recuperados ou reaproveitados (DI VITTA, 2012).

Entretanto, quando a neutralização, não é aplicável é necessário aplicar outros tipos de tratamento, como:

- Destilação: tem como finalidade a separação de misturas de líquidos voláteis, baseando-se no ponto de ebulição característico de cada substância química. Este método é adequado para separar 2 ou mais compostos com volatilidades diferentes entre si e com baixa solubilidade (LEVADA, 2008).
- Incineração: esta técnica é utilizada para decompor os resíduos orgânicos sólidos e líquidos, produzindo, como produto final, dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Para o desenvolvimento deste procedimento os incineradores devem atingir temperaturas superiores a 850°C (DI VITTA, 2012). Entretanto, tal procedimento utilizado em determinados resíduos liberam gases tóxicos, logo, é imprescindível a instalação de filtros e equipamentos especiais, a fim de conter tais gases.
- Precipitação: este procedimento de separação pode ser utilizado para formar precipitados na forma de hidróxido, carbonato e sulfato. Após a formação destes componentes é possível separá-los das porções líquidas por meio da filtração simples (UFABC, 2010).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no laboratório de análise físico-química da estação de tratamento de água da Sanepar situado na Avenida Juscelino Kubitscheck, n.º 1132, no município de Londrina, Paraná.

5.2 METODOLOGIA

Esse trabalho foi realizado, inicialmente, por meio de uma pesquisa bibliográfica, visando a coleta de informações referentes às normas de segurança e saúde no trabalho, aos procedimentos adotados em estações de tratamento de água, bem como, identificar os reagentes químicos utilizados nas práticas laboratoriais e os possíveis resíduos gerados pela utilização dos mesmos.

Em seguida, foram acompanhadas as metodologias e procedimentos realizados no laboratório de físico-química da ETA juntamente com os operadores técnicos, para que fossem analisadas as condições de saúde e segurança no trabalho. Sendo assim, o cotidiano desses trabalhadores pode ser verificado adequadamente.

Após o levantamento de informações, tanto teóricas quanto práticas, foram analisadas todas as metodologias utilizadas, o atendimento aos requisitos necessários de segurança no laboratório de físico-química, assim como as FISPQs (Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos). Estas foram observadas para avaliar as características de cada agente químico, assim como, os meios de contato e possível contaminação pelos mesmos e os EPIs indicados para o manuseio de cada substância.

Na etapa seguinte, foram verificadas as concentrações limites estabelecidas pela NR 15, por meio do anexo 11, representando a legislação brasileira, bem como, os índices apresentados pela legislação americana, através da ACGIH. Foram

relacionados os agentes químicos utilizados para realizar a análise de água tratada, avaliando de forma comparativa os limites de tolerância apresentados pela NR 15 e pela ACGIH.

A partir dos reagentes utilizados no laboratório de físico-química pôde-se classificar os resíduos químicos gerados no final das análises, assim como, determinar o modo adequado de realizar a segregação e o armazenamento dos mesmos, a fim de auxiliar no gerenciamento dos resíduos gerados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os laboratórios de análise físico-química da SANEPAR têm por objetivo avaliar a qualidade tanto da água *in natura*, como também, da água produzida. Para tanto, amostras de rios, córregos e localidades do município e região são enviadas para a SANEPAR de Londrina, a fim de que estas possam ser verificadas adequadamente. Portanto, na unidade de físico-química são realizadas quinze análises semanalmente, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Análises físico-químicas de água *in natura* e produzida na SANEPAR de Londrina.

Análises Físico-Químicas
Cianeto
ABS – Agentes Tensoativos Surfactantes
Sólidos Totais Dissolvidos
Sulfeto
Sulfato
Flúor
pH
Turbidez
Cloreto
Nitrito
Nitrato
Dureza Total
Cor
Amônia
Clorofila a

Fonte: Dados obtidos no laboratório de análise físico-química da SANEPAR.

Para que tais análises possam ocorrer da maneira esperada e apresente resultados satisfatórios, são utilizados diversos compostos químicos. Na Tabela 3 estão dispostos os reagentes manuseados pelos técnicos laboratoriais em sua rotina de trabalho.

Tabela 3 – Reagentes químicos, suas respectivas fórmulas e suas aplicações.

Reagente	Fórmula	Análise Físico-Química
Hidróxido de Sódio	NaOH	Cianeto; ABS; Cloreto; Amônia
Ácido Sulfúrico	H ₂ SO ₄	Cianeto; ABS; Sulfeto; Cloreto
Cloreto de Magnésio	MgCl ₂	Cianeto
Fosfato de Sódio	NaH ₂ PO ₄	Cianeto
Cloramina T	C ₇ H ₇ ClNaNO ₂	Cianeto
Ácido Barbitúrico-Piridina	C ₄ H ₄ N ₂ O ₃	Cianeto
Peróxido de Hidrogênio	H ₂ O ₂	ABS
Clorofórmio	CHCl ₃	ABS
Fosfato de Hidrogênio Diamônio	H ₉ N ₂ O ₄ P	Sulfeto
Cloreto Férrico	FeCl ₃	Sulfeto
Arsenito de Sódio	Na ₂ HAsO ₄	Flúor
Ácido Zircolina - SPANDS	C ₁₆ H ₉ N ₂ Na ₃ O ₁₁ S ₃	Flúor
Cromato de Potássio	K ₂ CrO ₄	Cloreto
Nitrato de Prata	AgNO ₃	Cloreto
Hidróxido de Alumínio	Al(OH) ₃	Nitrito
Ácido Clorídrico	HCl	Clorofila a
Hidróxido de Amônio	NH ₄ OH	Clorofila a
EDTA	C ₁₀ H ₁₆ N ₂ O ₈	Dureza Total
Eriocromo T	C ₂₀ H ₁₂ N ₃ NaO ₇ S	Dureza Total
Fenolftaleína	C ₂₀ H ₁₄ O ₄	ABS
Cloreto de Bário	BaCl ₂ .2H ₂ O	Sulfato
Reativo Nessler	K ₂ Hgl ₄	Amônia
Carbonato de Magnésio	MgCO ₃	Clorofila a
Acetona	C ₃ H ₆ O	Clorofila a

Fonte: Dados obtidos no laboratório de análise físico-química da SANEPAR.

Após a consulta às FISPQs, pode-se observar que inúmeros reagentes utilizados nas análises físico-químicas da água apresentam características de corrosividade, toxicidade, combustibilidade, propriedades oxidantes e irritantes, devido a sua alta volatilidade. Estas propriedades devem ser avaliadas cautelosamente, pois o uso excessivo de algum reagente pode acarretar em danos ambientais e aos técnicos laboratoriais. Logo, tais informações são de grande valia para a aplicação correta das metodologias utilizadas para realizar as análises físico-químicas de análise de água.

Na Tabela 4 estão dispostos os agentes químicos, bem como sua característica principal obtida nas FISPQs e os principais prejuízos à saúde que os reagentes químicos acarretam. Estes danos foram baseados nas informações sobre intoxicações humanas, sendo estabelecidos pelas FISPQs desenvolvidas pela CETESB e os prejuízos à saúde elencados pela ACGIH.

Tabela 4 – Relação entre as características dos reagentes químicos e os danos causados à saúde do técnico laboratorial.

(continua)

Agente Químico	Característica	Danos (FISPQ)	Danos (ACGIH)
Hidróxido de Sódio	Corrosivo	Irritante aos olhos e a pele	Irritante aos olhos e ao trato respiratório
Ácido Sulfúrico	Corrosivo	Irritante aos olhos e ao trato respiratório	Função pulmonar
Cloreto de Magnésio	Corrosivo	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-
Fosfato de Sódio	Não perigoso	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-
Cloramina T	Corrosivo	Queimaduras e irritante ao trato respiratório	-
Ácido Barbitúrico-Piridina ⁽¹⁾	Inflamável	Irritante aos olhos e a pele	Irritante a pele, dano ao fígado e rins
Peróxido de Hidrogênio	Oxidante	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório
Clorofórmio	Tóxico	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório, náuseas e tontura	Dano ao fígado, embrio/fetal e ao sistema nervoso central

Tabela 4 – Relação entre as características dos reagentes químicos e os danos causados à saúde do técnico laboratorial.

(continua)

Agente Químico	Característica	Danos (FISPQ)	Danos (ACGIH)
Fosfato de Hidrogênio Diamônio	Irritante	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-
Cloreto Férrico ⁽²⁾	Corrosivo	Irritante aos olhos e ao trato respiratório – provoca tosse e dificuldade respiratória	Irritante a pele e ao trato respiratório
Arsenito de Sódio ⁽³⁾	Tóxico	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	Câncer de pulmão
Ácido Zircolina - SPANDS	Corrosivo	-	-
Cromato de Potássio	Tóxico	Irritante aos olhos e ao trato respiratório – provoca tosse e dificuldade respiratória	-
Nitrato de Prata ⁽⁴⁾	Oxidante	Irritante a pele e aos olhos	Argíria
Hidróxido de Alumínio ⁽⁵⁾	Irritante	-	Pneumonicose, irritante ao trato respiratório, neurotoxicidade
Ácido Clorídrico	Corrosivo	Irritante aos olhos e ao trato respiratório – provoca tosse e dificuldade respiratória	Irritante ao trato respiratório
Hidróxido de Amônio	Corrosivo	Irritante aos olhos e ao trato respiratório – náusea, vômito e dificuldade respiratória	-
EDTA	Irritante	Irritante aos olhos e a pele	-
Eriocromo T	Irritante	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-
Fenolftaleína	Não perigoso	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-

Tabela 4 – Relação entre as características dos reagentes químicos e os danos causados à saúde do técnico laboratorial.

			(conclusão)
Cloreto de Bário ⁽⁶⁾	Tóxico	Irritante aos olhos e a pele - queimaduras	Irritante aos olhos e a pele, danos gastrointestinais
Reativo Nessler	Tóxico	Elevada toxicidade em contato com a pele e por inalação	-
Carbonato de Magnésio	Não perigoso	Irritante a pele e aos olhos	-
Acetona	Inflamável	Irritante para os olhos	Irritante ao trato respiratório e os olhos, compromete o sistema nervoso central, efeitos hematológicos

Fonte: CETESB, 2013.
ACGIH, 2012.

Notas:

- (1) Informações baseadas na piridina;
- (2) Informações baseadas em sais solúveis de Fe;
- (3) Informações baseadas em compostos inorgânicos de As;
- (4) Informações baseadas em compostos solúveis de Ag;
- (5) Informações baseadas em compostos insolúveis de Al;
- (6) Informações baseadas em compostos solúveis de Ba.

6.1 METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA A ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA TRATADA

As análises físico-químicas desenvolvidas pelos técnicos laboratoriais da SANEPAR são realizadas a partir das Instruções de Trabalhos (ITs), que são retiradas do Standard Methods. Neste livro constam todas as análises de água, para obtenção de resultados consistentes para a avaliação da qualidade final da água (APHA, AWWA, WPCF, 2012).

6.1.1 Cianeto

1º Etapa – Destilação da Amostra

- montar o aparelho de destilação;
- medir 500 mL da amostra e transferir para um balão de destilação, contendo pérolas de vidro;
- adicionar ao frasco lavador de gases 50 mL de solução de hidróxido de sódio 0,25 N e, se necessário, acrescentar água destilada até que o tubo de dispersão de gases esteja imerso em solução;
- interligar o franco lavador de gases com o sistema de vácuo e conectá-lo ao condensador, juntamente com o balão;
- ligar o vácuo e ajustar o fluxo de ar para uma ou duas bolhas de ar por segundo, através do funil de admissão de ar. Ligar o aquecimento e a água de resfriamento do condensador;
- adicionar pelo funil de admissão de ar 50 mL de ácido sulfúrico 1:1 à amostra, lavar o tubo com água destilada e deixar o ar misturar o conteúdo do frasco por 3 minutos;
- adicionar pelo funil de admissão de ar 20 mL de solução de cloreto de magnésio 51% e lavar o tubo com água destilada;
- deixar em fluxo por 1 hora;
- cessar o aquecimento e continuar a sucção da bomba por mais 15 minutos;
- transferir quantitativamente o conteúdo do frasco lavador de gases para um balão volumétrico de 250 mL;
- lavar as conexões com solução de hidróxido de sódio 0,2% e receber no balão completando-o a 250 mL com solução alcalina (0,2%) e homogeneizar a mistura;
- preparar em paralelo um branco com 500 mL de água destilada, de acordo com as etapas acima.

2º Etapa – Desenvolvimento da Cor

- medir 20 mL da amostra destilada (balão de 250 mL) e transferir para a proveta de 500 mL;
- adicionar 4 mL de solução de fosfato de sódio e misturar bem;
- adicionar 2 mL de cloramina T e misturar;
- imediatamente adicionar 5 mL de reagente ácido barbitúrico-piridina e misturar lentamente para evitar a quebra do complexo;
- completar a 50 mL com água destilada e misturar bem por inversão;
- aguardar no mínimo 8 minutos e no máximo 15 e fazer a leitura em espectrofotômetro DR 5000 – 578 nm, zerando o aparelho com o branco.

6.1.2 ABS – Agentes Surfactantes Tensoativos

- medir 100 mL de amostra e transferir para o funil de separação de 500 mL;
- alcalinizar com hidróxido de sódio 1N, adicionar 3 gotas de indicador de fenolftaleína e descorar a cor rosa com ácido sulfúrico 1N;
- adicionar 25 mL de reagente azul de metileno e 3 gotas de peróxido de hidrogênio 30%, e 10 mL de clorofórmio;
- agitar o funil de separação vigorosamente por 30 segundos e aguardar a separação das fases;
- drenar o extrato mais duas vezes, utilizando 10 mL de clorofórmio de cada vez;
- descartar a solução restante do funil de separação;
- voltar o extrato recolhido no elenmeyer para o funil de separação e adicionar 50 mL de água destilada;
- agitar o funil de separação vigorosamente por 30 segundos e aguardar a separação das fases;
- drenar o extrato através de um funil contendo lã de vidro para o balão volumétrico de 100 mL;
- lavar a solução de lavagem mais duas vezes, utilizando 10 mL de clorofórmio de cada vez, repetindo as duas etapas diretamente acima;

- enxágue a lâ de vidro e o funil com clorofórmio e recolha para o balão volumétrico de 100 mL;
- completar o volume do balão de 100 mL com clorofórmio e homogeneizar.
- preparo do branco: medir 100 mL de água destilada e transferir para o funil de separação de 500 mL e proceder de acordo com a metodologia acima.
- proceder a leitura do branco e das amostras no espectrofotômetro DR 5000, no comprimento de onda 650 nm.

6.1.3 Sólidos Totais Dissolvidos

1° Etapa

- filtrar a amostra homogênea, através de um filtro padrão de fibra de vidro;
- evaporar o filtrado até a secura em uma cápsula a peso constante em estufa a 180°C;
- a diferença do peso entre a cápsula vazia e os resíduos após a evaporação representa os sólidos totais dissolvidos.

2° Etapa

- antes da execução da análise, aquecer a cápsula de evaporação a 180°C \pm 2°C por 1 hora na estufa e levar ao dessecador até o momento de uso;
- efetuar a pesagem da cápsula de evaporação (no momento de uso) e anotar o valor do peso (P_3);
- colocar o papel de fibra de vidro em um funil para membrana filtrante e lavar com 3 porções sucessivas de 20 mL de água de grau reagente, aguardando completa drenagem entre as filtrações e descartar a água;
- homogeneizar e medir 100 mL de amostra;
- filtrar a amostra, através do funil para membrana filtrante com papel filtro e recolher na cápsula de evaporação;
- lavar o funil com 3 porções sucessivas de 10 mL de água com grau de reagente, aguardando completa drenagem entre as filtrações, recolhendo à cápsula de evaporação;

- evaporar até a secura em banho maria;
- levar a cápsula com resíduo à estufa a $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por no mínimo 1 hora;
- após 1 hora, esfriar a cápsula no dessecador à temperatura ambiente, pesar e anotar o valor do peso (P_4);
- repetir os 2 processos diretamente acima até que o peso torne-se constante ou até que a diferença de peso seja menor que 4%.

Expressão do Resultado

$$\frac{mg}{L} = \frac{(P_4 - P_3) \cdot 1000}{\text{Volume da Amostra (mL)}}$$

Onde: P_3 é o peso da cápsula de evaporação (mg);

P_4 é o peso do resíduo seco + o peso da cápsula de evaporação (mg).

6.1.4 Sulfeto

Método Azul de Metileno

- agita vigorosamente a amostra pré-tratada e, rapidamente, pipetar 7,5 mL para um tubo de ensaio e adicionar 0,5 mL de solução de ácido amino sulfúrico;
- adicionar 0,15 mL da solução de cloreto férrico, agita novamente por inversão e aguardar de 3 a 5 minutos;
- adicionar 1,6 mL da solução fosfato de hidrogênio diamônio, agitar suavemente por inversão e aguardar de 10 a 15 minutos;
- proceder a leitura no espectrofotômetro DR 5000 a 664 nm;
- preparar em paralelo um branco com 7,5 mL da amostra pré-tratada e adicionar 0,5 mL de ácido sulfúrico 1:1 e proceder conforme as etapas anteriores.

6.1.5 Flúor

- colocar 10 mL da amostra em uma proveta ou cubeta de capacidade apropriada;
- adicionar 0,2 mL (aproximadamente 4 gotas) de solução de arsenito de sódio para eliminar o cloro;
- acrescentar 2 mL do reagente ácido-zircolina-SPADNS e homogeneizar;
- repetir o procedimento para o branco (utilizar água destilada);
- proceder a leitura no espectrofotômetro DR 5000, no comprimento de onda de 580 nm.

6.1.6 pH

Manuseio do equipamento

- ligar o equipamento pressionando “Entra”;
- na tecla “Selecione Função” pressionar “Entra” quando a função “pH” estiver piscando;
- na opção “Leitura” pressionar a tecla “Entra”;
- com a tecla “Seleção” acessar a função “Calibrar” e pressionar “Entra”;
- lavar o eletrodo com água destilada e mergulhá-lo em solução tampão pH 7.0, pressiona a tecla “Entra”. Aguardar a estabilização;
- em seguida, lavar o eletrodo com água destilada novamente e mergulhá-lo em solução tampão pH 4.0, pressiona a tecla “Entra”. Aguardar a estabilização;
- lavar o eletrodo novamente e mergulhá-lo na amostra analisada. Espera estabilizar e anota o valor do pH;
- após a análise pressiona a tecla “Stand By”. Enquanto o equipamento estiver em repouso, deixar o eletrodo imerso em solução de KCl 3M.
- para novas leituras, lavar o eletrodo, secá-lo e inseri-lo na amostra.

6.1.7 Cloreto

- usar 100 mL de amostra ou porção diluída a 50 ou 100 mL;
- ajustar a amostra na faixa de pH 7 – 10, com ácido sulfúrico 1N ou hidróxido de sódio 1N, se necessário;
- adicionar 1 mL de cromato de potássio, com a qual a solução toma uma cor amarelada;
- titular no nitrato de prata 0,0141 N padronizada, até o aparecimento de um leve tom amarelo avermelhado;
- usar um branco como referência de água destilada, adicionada de cromato de potássio. Em geral, um branco de 0,2 a 0,3 mL é comum.
- o resultado, na forma de cloreto, é dado na expressão:

$$\frac{mg\ Cl^-}{L} = \frac{(A - B).N.35450}{V_{am}} = (A - B).5$$

Onde: A= volume titulado da amostra (mL);

B= volume titulado do branco (mL);

N= normalidade de nitrato de prata;

V_{am}= volume da mostra.

6.1.8 Nitrito

1º Etapa – Pré-tratamento da Amostra

Se a amostra apresentar sólidos em suspensão, filtrar 200 mL através da membrana filtrante de 0,45 µm. Se a amostra apresentar cor ou turbidez, adicionar 6 mL de suspensão de hidróxido de alumínio a 200 mL de amostra. Agitar rapidamente por 1 minuto e lentamente por 5 minutos, decantar e filtrar, desprezando a primeira porção filtrada. Se necessário, repetir a operação.

2º Etapa

- transferir 50 mL de amostra límpida para um elenmeyer de 300 mL;
- se o pH não estiver entre 5 e 9, ajustar nesta faixa com solução de ácido clorídrico 1N ou hidróxido de amônio 1N;
- adicionar 2 mL do reagente de cor, agitar e aguardar no mínimo 10 minutos e no máximo 2 horas;
- transferir uma porção para a cubeta e encaminhar para a leitura no espectrofotômetro DR 5000.
- preparo do branco: medir 50 mL de água destilada isenta de nitrito.

6.1.9 Dureza Total

- adicionar 50 ou 100 mL da amostra ou porção diluída a 50 ou 100 mL em um elenmeyer;
- adicionar 1 L de solução tampão para dureza total e 1 gota de negro de eriocromo T;
- titular com EDTA 0,01 M, lentamente e sob agitação constante até que desapareçam os últimos tons da cor vermelha e aparecer a cor azul. As últimas gotas devem ser adicionadas em intervalos prolongados, pois a solução pode mudar de cor somente com agitação;
- caso o consumo do titulante seja superior a 20 mL, diluir a amostra e proceder novamente a execução da análise.
- expressão da dureza em CaCO_3/L

$$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} = \frac{A \cdot 1000}{V} = A \cdot 10$$

Onde: A= volume do titulante gasto, em mL;

V= volume da amostra.

6.1.10 Cor

- encher uma cubeta com água destilada e a outra com amostra homogeneizada;
- colocar os mergulhadores ou plunger nas cubetas e secá-las com papel absorvente. Eliminar todas as bolhas de ar, se presente, agitando levemente até a liberação das mesmas;
- inserir as cubetas, com água destilada à esquerda do compartimento de amostras, e a amostra à direita;
- encaixar o disco de cor e ligar o equipamento Aquatester, verificando o acendimento da lâmpada. Olhar no visor e ir girando o disco até a coincidência de cor com a amostra e o padrão do disco.
- efetuar a leitura. Desligar o equipamento, retirar e lavar as cubetas com água destilada.

6.1.11 Nitrato

- inicialmente, filtrar 200 mL de amostra utilizando a bomba a vácuo, um kitassato e um filtro bromatológico.
- em seguida, medir 50 mL de amostra;
- utilizar água destilada como branco;
- utilizar o espectrofotômetro DR 5000 para realizar as leituras.

6.1.12 Sulfato

- se a amostra apresentar cor e turbidez filtrá-la com papel filtro qualitativo \pm 100 mL de amostra em um béquer;

- medir 50 mL de água destilada, para determinar a concentração real de sulfato no tampão B (água é tratada) e proceder conforme amostra;
- adicionar 10 mL de tampão B e misturar em agitador;
- adicionar uma medida de cristais de cloreto de bário ($\pm 0,1$ g) e agitar por 1 minuto em velocidade constante;
- transferir imediatamente para a cubeta e deixar em repouso por 5 minutos ($\pm 0,5$ min);
- proceder a leitura no espectrofotômetro DR 5000.

6.1.13 Turbidez

- inicialmente deve ser realizada a calibração do turbidímetro, modelo HACH 2100 P;
- completar a cubeta com a amostra homogeneizada até a marca, tampar e secar;
- pressionar [I/O] para ligar o equipamento e inserir a cubeta no compartimento de modo que a marca de orientação fique alinhada com a marca do turbidímetro. Fechar a tampa do equipamento;
- pressione a tecla [RANGE] até que apareça "AUTO RNG" na parte inferior do visor;
- pressionar a tecla [SIGNAL AVERAGE]. Aparecerá "SGN AVG" na parte inferior do visor;
- pressionar a tecla [READ]. O visor mostrará "...NTU", e em seguida o valor da turbidez depois que o símbolo da lâmpada apagar.
- o resultado é lido diretamente no equipamento em NTU.

6.1.14 Amônia

- medir 50 mL da amostra destilada ou não destilada, previamente filtrada, ou uma alíquota diluída a 50 mL em proveta com tampa de polietileno;
- ajustar o pH a 7,0 com solução de hidróxido de sódio 6N;
- adicionar 1 mL do reativo de Nessler e homogeneizar;
- aguardar 30 minutos, transferir a solução para a cubeta de 10 a 50 mm e ler a absorbância no espectrofotômetro DR 5000 a 420 nm. O resultado é obtido diretamente, em mg/L de NH₃.

6.1.15 Clorofila a

1° Etapa – Elaboração das Soluções

- solução saturada de carbonato de magnésio: Pesar 1g ± 0,01 de carbonato de magnésio finamente moído, dissolver em água e completar até 100 mL.
- solução aquosa de acetona 90%: Medir 900 ml de acetona P.A. e adicionar água destilada até completar 1L. Transferir para um béquer e medir o pH, e se necessário, acertá-lo entre 8 e 9 com hidróxido de amônio.
- solução de ácido clorídrico 0,1N: Diluir 4,2 mL de ácido clorídrico 0,1N concentrado P.A. em 250 mL de água destilada, transferir para um balão volumétrico de 500 mL e completar o volume.

2° Etapa – Filtração da Amostra

- verificar se o sistema a vácuo está funcionando corretamente;
- colocar a membrana no filtro GFIF, com porosidade de 0,7µm e diâmetro de 47 mm (com o vácuo em funcionamento);
- homogeneizar delicadamente a amostra, medir o volume a ser filtrado em proveta graduada, e proceder a filtração;

- lavar a proveta com água destilada, e dispensar no porta-filtro, posteriormente lavar a parede do porta-filtro e aguardar uns segundos para sugar toda a água;
- cuidadosamente com a pinça de inox, evitando o contato com as mãos, dobrar a membrana ao meio, de modo que o material filtrado fique para o lado interno da dobra. Ainda utilizando a pinça, guardar o filtro dentro do envelope;
- o envelope deve ser condicionado em franco plástico contendo sílica e mantido no freezer a -20°C , por no máximo 28 dias;
- o envelope deve conter todas as informações referentes à amostra filtrada.

Obs: esta etapa deve ser desenvolvida em ambiente escuro ou luminosidade reduzida e não ultrapassar o intervalo de 10 minutos.

3° Etapa – Extração da Clorofila

- organizar os tubos de vidro âmbar numerados conforme a quantidade de envelopes com as amostras filtradas a serem analisadas;
- retirar, com a pinça de inox, a membrana do envelope e coloca-la dentro do tubo conforme a numeração correspondente;
- acrescentar a cada tubo 5 ml de solução aquosa de acetona 90%;
- macerar a membrana cuidadosamente com o macerador ou homogeneizador até dissolver a amostra. Em seguida, adicionar mais 5 ml de solução aquosa de acetona 90% e fechar o tubo;
- lavar cuidadosamente o pistilo do macerador com acetona 70% antes de processar a amostra seguinte;
- colocar os tubos em suporte apropriado e mantê-los refrigerados (em torno de 4°C) durante o período de 24 horas.

Obs: esta etapa deve ser desenvolvida em ambiente escuro ou luminosidade reduzida.

4° Etapa – Determinação da Clorofila a

- retirar os tubos do refrigerador;
- centrifugar durante 20 minutos em aproximadamente 2700 rpm;

- retirar os tubos da centrifuga cuidadosamente, a fim de evitar a suspensão do material sólido sedimentado e acondicioná-los em tubos;
- retira-se 3 mL de cada amostra na cubeta, e em seguida adiciona-se 1 mL de carbonato de magnésio, aguarda um minuto e trinta segundos;
- realiza-se então a leitura das amostras no espectrofotômetro DR 5000 nos comprimentos de onda de 664, 665 e 750 nm.

Obs: esta etapa deve ser desenvolvida em ambiente escuro ou luminosidade reduzida.

6.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A NR 15 E A ACGIH

Para que as análises físico-químicas da água tratada ocorram de modo adequado, sem prejuízos à saúde do técnico laboratorial, os reagentes utilizados devem ser manejados em concentrações que não sejam superiores aos limites de tolerância apresentados pela NR 15, no anexo 11. Esta norma regulamentadora determina que, quando os trabalhadores ficam expostos aos agentes químicos em concentrações superiores aos limites de tolerância presentes no anexo 11, os trabalhadores estão exercendo suas respectivas funções em condições insalubres (BRASIL, 1978).

De acordo com o artigo 189 da CLT, as operações e atividades insalubres podem ser descritas como aquelas que expõem os trabalhadores a agentes nocivos à saúde, uma vez que estes ultrapassem os limites de tolerância fixados em função dos seus efeitos prejudiciais (BRASIL, 1977). Logo, a NR 15 auxilia os empregadores a proporcionarem condições adequadas de trabalho, principalmente para as atividades que constantemente utilizam substâncias químicas.

O anexo 11 é composto por um quadro, no qual estão dispostos os agentes químicos, evidenciando se existe ou não o valor teto para os compostos, bem como se os mesmos podem ser absorvidos pela pele. São apresentados, também, os limites de tolerância em ppm e mg/m³, e o grau de insalubridade que cada reagente oferece ao trabalhador. Avaliar se a substância química apresenta valor teto é de fundamental importância para a proteção do empregado, uma vez que este índice

não pode ser ultrapassado sob nenhuma circunstância durante o período laboral (BRASIL, 1978).

Os agentes químicos presentes no anexo 11 são válidos apenas para a absorção por via respiratória, portanto, são aqueles que possuem alta volatilidade. Sendo assim, os reagentes que apresentam como principal característica a corrosividade e toxicidade, em função do contato com a pele, não estão presentes nesta norma regulamentadora. Tal ausência impossibilita o estabelecimento do limite de tolerância para estes compostos, dificultando assim, a proteção dos trabalhadores que utilizam estes produtos.

Como a NR 15 disponibiliza apenas os agentes químicos com alta volatilidade, faz-se necessária a busca por outras legislações que possam auxiliar na determinação dos limites de exposição ocupacional aceitáveis. Nos Estados Unidos, muitas substâncias químicas possuem os limites de tolerância estabelecidos pela ACGIH, que diferentemente da legislação brasileira, apresenta valores para vários produtos químicos. Segundo Pedroza et al. (2011), a NR 15 disponibiliza 202 produtos químicos com limite estabelecido, ao passo que a ACGIH apresenta limites de tolerância para cerca de 700 substâncias.

A tabela de agentes químicos apresentadas pela ACGIH tem seus valores de TLVs baseados nos danos à saúde que eles acarretam aos trabalhadores do decorrer da jornada de trabalho. Sendo assim, o manual da ACGIH evidencia quais os possíveis prejuízos à vida do empregado ao manusear substâncias químicas. A instituição americana se sobressai à legislação brasileira quanto às concentrações dos limites de tolerância, no qual a ACGIH permite valores de exposição inferiores a NR 15. Na Tabela 5, pode-se observar a divergência entre ambas tanto em quantidade de produtos presentes, como também em suas concentrações.

Tabela 5 – Comparação entre as concentrações permitidas pela NR 15 e pela ACGIH.

Reagente	NR 15 – Anexo 11			ACGIH		
	Concentração (jornada de 48 hrs)		Grau de Insalubridade	Valor Teto	Concentração	
	ppm	mg/m ³			TWA	STEL
Hidróxido de Sódio	-	-	-	-	-	2 mg/m ³
Ácido Sulfúrico	-	-	-	-	0,2 mg/m ³	-
Cloreto de Magnésio	-	-	-	-	-	-
Fosfato de Sódio	-	-	-	-	-	-
Cloramina T	-	-	-	-	-	-
Ácido Barbitúrico- piridina	-	-	-	-	1ppm	-
Peróxido de Hidrogênio	-	-	-	-	1ppm	-
Clorofórmio	20	94	Máximo	30 ppm	10 ppm	-
Fosfato de hidrogênio diamônio	-	-	-	-	-	-
Cloreto Férrico	-	-	-	-	1 mg/m ³	-
Arsenito de Sódio	-	-	-	-	0,01 mg/m ³	-
Ácido Zircolina – SPADN	-	-	-	-	-	-
Cromato de potássio	-	-	-	-	-	-
Nitrato de prata	-	-	-	-	0.01 mg/m ³	-
Hidróxido de alumínio	-	-	-	-	1 mg/m ³	-
Ácido clorídrico	4	5,5	máximo	8ppm	-	5ppm
Hidróxido de Amônio	-	-	-	-	-	-
EDTA	-	-	-	-	-	-
Eriocromo T	-	-	-	-	-	-
Fenolftaleína	-	-	-	-	-	-
Cloreto de bário	-	-	-	-	0,5 mg/m ³	-
Reativo de Nessler	-	-	-	-	-	-
Carbonato de Magnésio	-	-	-	-	-	-
Acetona	780	1870	mínimo	975 ppm	200 ppm	500 ppm

Fonte: ACGIH, 2012.
BRASIL, 1978

Na Tabela 5 foram relacionados os principais reagentes utilizados nas análises físico-químicas da água, bem como, objetivou-se apresentar os limites de

tolerância referentes a cada substância química, de acordo com o anexo 11 da NR 15 e com a ACGIH. Pela legislação brasileira foi possível caracterizar apenas três compostos presentes na tabela, gerando um percentual de 12,5% das substâncias presentes. Já pela instituição americana foram avaliados doze compostos, contemplando assim, 50% dos reagentes listados.

Outro ponto de discussão entre a NR 15 e a ACGIH foi a diferença apresentada entre o clorofórmio e a acetona. Para o primeiro, a legislação brasileira permite a utilização de 20 ppm na jornada de trabalho de 48 horas, já a instituição americana aceita 10 ppm no período de exposição de 40 horas semanais. Quanto ao segundo, para os mesmos intervalos de tempo, a NR 15 aceita até 780 ppm, já a ACGIH tolera apenas 200 ppm. Tais valores comprovam a defasagem da legislação brasileira e expõe mais o trabalhador. Porém, a NR 15 está sendo atualizada, sendo assim, espera-se que a mesma possa abranger mais agentes químicos, como também, apresente limites de tolerância mais rigorosos, a fim de oferecer maior proteção ao trabalhador.

Este trabalho pautou-se na escolha da ACGIH, pela mesma ser definida como a principal base de estudos, sendo reconhecida internacionalmente na área de Higiene Ocupacional. Esta instituição complementa a OSHA (Occupational Safety and Health Administration), que é a principal agência federal que determina as legislações sobre saúde e segurança no trabalho, por desenvolver estudos quanto aos limites de tolerância dos compostos químicos amplamente utilizados (MOREIRA, QUELHAS, GOMES, 2011).

Com a atualização anual dos limites ocupacionais, a ACGIH apresenta valores de concentração aceitáveis para os produtos químicos, preservando, assim, a saúde do trabalhador. Portanto, os responsáveis pela modificação da NR 15 deveriam promover estudos que avaliem os riscos na exposição ocupacional, uma vez que os limites de tolerância aos agentes químicos é muitas vezes superior às legislações americanas.

6.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

Os laboratórios de análises são locais que apresentam grande variedade de substâncias químicas e equipamentos, sendo assim, neste ambiente há diversos riscos de ocorrer acidentes que podem resultar em intoxicações, envenenamento, queimaduras, cortes, dentre outros tipos de prejuízos à saúde do trabalhador (ALMEIDA-MURADIAN, 2002, p. 57). Portanto, ao manusear diversos reagentes químicos e operar equipamentos de análise é indispensável a utilização dos EPIs, que são equipamentos que tem como objetivo principal proteger o trabalhador durante sua jornada laboral.

A SANEPAR fornece aos seus funcionários os EPIs necessários para desenvolver as metodologias de análise da qualidade de água, protegendo assim, as mãos, o trato respiratório, os olhos, os pés e o corpo. Para tanto, são fornecido aos funcionários luvas, máscaras com filtro, óculos de proteção, botas com biqueira de metal e jaleco de algodão. Tais equipamentos são fundamentais para evitar o contato com vapores e respingos dos agentes químicos, assim como cortes advindos de acidentes com vidrarias.

Nos laboratórios da SANEPAR também estão presentes os equipamentos de proteção coletiva, como o lava-olhos e o chuveiro de emergência, por ocorrer contato entre a substância química e o técnico laboratorial. O laboratório possui a capela para que os reagentes mais voláteis possam ser manuseados no interior da mesma, a fim de reduzir os riscos de danos ao trato respiratório. Este local também possui um extintor de incêndio e sinalizações de acordo com a NR 26, ou seja, as cores e os pictogramas são padronizados, para facilitar o entendimento de todos.

Apesar de a SANEPAR oferecer todos os EPIs para os operadores dos laboratórios, foi observado que a máscara e os óculos dificilmente eram utilizados, ao passo que a bota, o jaleco e a luva faziam parte da rotina dos mesmos. Foi alegado que as análises possuíam curta duração, portanto, não se fazia necessário o uso dos óculos e da máscara. Esta suposição por parte dos operadores está equivocada, uma vez que um acidente de trabalho pode ocorrer em questão de segundos, causando prejuízos à saúde desses trabalhadores.

Os técnicos laboratoriais alegaram, também, que a utilização das máscaras era incômoda, este fato é um dos principais motivos para a negligência quanto ao

uso deste EPI. De acordo com Montenegro e Santana (2010), os trabalhadores são mais receptivos e assíduos na utilização do EPI, quando este é mais confortável, prático e de fácil manutenção. Sendo assim, é importante avaliar a qualidade do produto adquirido, se existe a emissão do CA e se os mesmos são adequados para as atividades a que se destinam. Também seria de grande valia que técnicos em segurança realizassem visitas periódicas para verificar a utilização dos EPIs (PELLOSO, ZANDONADI, 2012).

6.3.1 Luvas

As luvas são um dos EPIs mais utilizados nas inúmeras atividades desenvolvidas nos laboratórios, como por exemplo, a preparação e manipulação de compostos químicos, o manuseio de materiais quentes, a coleta de amostras para análise, o transporte e a armazenagem de produtos químicos e outras práticas que ofereçam riscos (FONSECA, 2009). Logo, os materiais constituintes das luvas devem ser uma barreira eficaz para que a pele esteja intacta ao final dos procedimentos realizados.

Como nos laboratórios ocorre a manipulação de ácidos, bases, compostos clorados, sais e metais pesados é de fundamental importância o fornecimento das luvas para que o trabalho cotidiano não provoque danos à saúde do trabalhador. Porém, como existe esta diversidade de grupos químicos, apenas um tipo de luva não é capaz de garantir a segurança dos operadores, portanto, é imprescindível analisar as condições físicas e químicas da operação, antes de definir o tipo de luva mais adequado (CRQ-IV, 2007).

Na Figura 3 podem-se observar os tipos de luvas que são requeridos para os grupos químicos utilizados nas análises. Sendo assim, as luvas mais indicadas para a manipulação de ácidos seriam as de borracha natural, borracha butílica e cloreto de polivinila (PVC). Já para o manuseio das bases é recomendado o uso de luvas de borracha natural, de neoprene, nitrílica, borracha butílica e de PVC. Para os compostos clorados são indicadas luvas de neoprene e nitrílica.

COMPOSIÇÃO	INDICAÇÃO
Borracha natural	ácidos, álcalis diluídos, álcoois, sais e cetonas
Neoprene	solventes clorados, álcool, álcalis, derivados do petróleo
Nitrílica	solventes clorados, álcool, álcalis diluídos, derivados do petróleo (geralmente tem maior resistência que a borracha natural e neoprene), óleos, graxas e aminoácidos
Borracha butílica	ácidos, álcalis diluídos, álcoois, cetonas, ésteres (tem a maior resistência avaliada contra a permeação de gases e vapores aquosos)
Viton	solventes, BPC, anilina
Cloreto de polivinila	ácidos, álcalis, gorduras, alcoóis
Luvas de látex reutilizáveis	Lavagem de material ou procedimentos de limpeza.
Luvas de látex descartáveis estéreis (luvas cirúrgicas) ou não-estéreis (luvas de procedimento)	Materiais potencialmente infectantes como sangue, secreções e excreções.

Figura 3 – Disposição dos tipos de luvas e sua indicação correspondente.
Fonte: Fonseca, 2009.

Nos laboratórios de análise da SANEPAR são aplicadas metodologias para garantir água de qualidade à população, entretanto, para isto são utilizados reagentes de diversas composições químicas, como citado anteriormente, sendo assim, deveriam estar disponível para os operadores diferentes tipos de luvas. Porém, durante o acompanhamento das atividades, foi observado que apenas as luvas de látex eram utilizadas, como pode ser observado na Figura 4. Sendo assim, os operadores laboratoriais não estão protegidos ao manusear ácidos, bases e compostos clorados.



Figura 4 – Luvas utilizadas pelos técnicos laboratoriais da SANEPAR.
Fonte: Própria.

De acordo com o manual desenvolvido pelo Conselho Regional de Química – IV Região (2007), mesmo os laboratórios mais modestos necessitam fornecer aos seus técnicos laboratoriais ao menos quatro ou cinco tipos de luvas. Tais equipamentos estão ilustrados nas Figuras 5 e 6.



Figura 5 – Luva nitrílica (verde), luva de borracha natural (amarela) e luva de neoprene (azul e amarela).

Fonte: LUVAS YELLING, 2013.



Figura 6 - Luva de borracha butílica (à esquerda) e luva de PVC (à direita).
Fonte: LUVAS YELLING, 2013.

6.3.2 Óculos de Proteção

Este EPI fornece proteção contra respingos de substâncias químicas que possam causar irritação ou algum dano, seja temporário ou permanente, aos olhos. Estes óculos também são muito eficientes para proteger o operador contra radiação ultravioleta ou infravermelha (FONSECA, 2009). Para que o técnico laboratorial esteja adequadamente protegido é necessário que os óculos sejam de qualidade, ou seja, que proporcione ao trabalhador visão transparente, sem distorções e opacidade.

Os óculos de proteção mais utilizados nos laboratórios de análise físico-química da água são aqueles contra espirro de produtos químicos, uma vez que, eles são compostos com lentes apropriadas para proteger o operador (ALMEIDA-MURADIAN, 2002, p. 61). Na SANEPAR, este equipamento de proteção é bastante utilizado, já que a maioria dos reagentes utilizados são líquidos e podem causar respingos durante a aplicação das metodologias de análise. Na Figura 7 pode-se observar o tipo de óculos de proteção mais comumente utilizados neste ambiente de trabalho.



Figura 7 – Óculos de proteção.
Fonte: 3M, 2013.

6.3.3 Máscaras

Os trabalhadores muitas vezes estão expostos a diversas classes de substâncias químicas como gases, vapores e aerodispersóides (poeiras, névoas e fumos). Tais compostos podem causar diversos danos ao trato respiratório, pois a via inalatória é o modo mais comum de ingresso dos contaminantes. Os tipos de respiradores mais usualmente encontrados em laboratórios de análises são purificadores de ar, que filtram o ar do ambiente por meio do acoplamento de filtros específicos (FONSECA, 2009).

Como na SANEPAR são utilizados reagentes químicos classificados como ácidos, bases e compostos clorados, faz-se necessário que o manuseio dos mesmos ocorra após a definição correta dos filtros utilizados nas máscaras. Na Tabela 6 é apresentada a cor do filtro correspondente aos grupos químicos que oferece maior risco a saúde do trabalhador. Sendo assim, os técnicos laboratoriais da SANEPAR devem utilizar filtros de cor branca para gases e ácidos, marrom para a proteção contra vapores orgânicos, gases ácidos e amônia, e branco com listras verdes, para filtrar vapores de ácidos clorídricos.

Tabela 6 – Filtros para proteção respiratória.

Cor do Filtro	Indicação de Uso
Branco	Gases e ácidos
Amarelo	Vapores orgânicos e gases ácidos
Verde	Amônia
Marrom	Vapores orgânicos, gases ácidos e amônia.
Vermelho	Gases industriais, monóxido de carbono, fumo e fumaças.
Branco com listras verdes	Vapores de ácidos clorídricos
Branco com listras amarelas	Cloro
Azul	Monóxido de carbono

Fonte: Adaptado de ALMEIDA-MURADIAN, 2002.

Os respiradores com filtros semifaciais são os mais indicados para os técnicos laboratoriais, uma vez que estes oferecem proteção para a maioria dos

contaminantes, preservando a saúde do funcionário (3M, 2013). A Figura 8 apresenta o tipo de máscara utilizada pelos trabalhadores do laboratório, já a Figura 9 ilustra o equipamento que deveria ser utilizado. Já alguns dos filtros descritos na Tabela 6 podem ser visualizados na Figura 10.



Figura 8 – Máscara utilizada pelos técnicos laboratoriais da SANEPAR.
Fonte: Própria.



Figura 9 – Respirador com filtro semifacial.
Fonte: 3M, 2013



Figura 10 – Filtros para respiradores nas cores amarela, verde e branca.
Fonte: 3M, 2013.

Apesar de ser necessário utilizar máscaras para o manuseio dos agentes químicos, muitas vezes este EPI é negligenciado, por entender que se o tempo de exposição é curto não causa prejuízos à saúde. Entretanto, a recusa maior em utilizá-los é que os mesmos são desconfortáveis. Por isso, é preciso procurar EPIs eficientes e adequados aos funcionários.

6.3.4 Botas

A utilização de botas de segurança auxilia na proteção dos pés e reduzem a intensidade dos impactos nas pernas e minimizam as possibilidades de acidentes como: perfurações, queimaduras, choques, contato com substâncias químicas, dentre outros danos que possam ocorrer no ambiente de trabalho. As botas indicadas para o laboratórios são aquelas resistentes aos ácidos e bases fortes, assim como aos respingos provenientes das demais substâncias químicas presentes no laboratório (ALMEIDA-MURADIAN, 2002, p. 68).

Os operadores da SANEPAR utilizam sapatos de segurança com biqueira de aço, entretanto, seria importante que estes calçados fossem de cano longo para proteger também as pernas. As botas de segurança podem ser observadas na Figura 11.



Figura 11 – Exemplos de proteção para pés e pernas.
Fonte: EPI BRASIL, 2013.

6.3.5 Jalecos de Algodão

Para a proteção do tronco comumente são utilizados os jalecos ou aventais, cuja função principal é proteger as vestimentas do trabalhador contra respingos químicos ou biológicos, fornecendo também, proteção adicional ao corpo. Os aventais utilizados por técnicos laboratoriais devem cobrir completamente as vestimentas, manter as costas fechadas, não possuírem bolsos e ter manga comprida (ALMEIDA-MURADIAN, 2002, p. 65).

Os funcionários dos laboratórios de físico-química da SANEPAR utilizam jalecos de algodão com manga comprida, porém deveria ser recomendado outro material, uma vez que agentes químicos corrosivos, como o ácido sulfúrico, podem perfurar este material. Na Figura 12, pode ser visualizado o tipo de jaleco utilizado no laboratório de análise de água.



**Figura 12 – Jaleco de algodão.
Fonte: BRANCURA, 2013.**

6.4 RESÍDUOS QUÍMICOS GERADOS NO LABORATÓRIO DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA SANEPAR

Os resíduos químicos gerados após a realização das análises físico-química da água nos laboratórios da SANEPAR são classificados com solventes orgânicos clorados e não clorados, solventes inorgânicos, soluções ácidas e soluções básicas. Estes materiais remanescentes necessitam ser segregados em recipientes adequados e, se possível receber o tratamento adequado, no qual poder ser aplicadas técnicas de recuperação de algumas substâncias. Já quando não há possibilidade de tratamento dos resíduos, estes devem ser descartados de forma correta, evitando prejuízos ao meio ambiente.

As análises para avaliar a qualidade da água são realizadas semanalmente pelos técnicos laboratoriais da SANEPAR, entretanto, não ocorre o uso de quantidades exorbitantes de reagentes, ao passo que há grande diversidade nos grupo químicos presentes nos resíduos produzidos. Sendo assim, os mesmos devem se separados em diferentes recipientes, devidamente identificados, de acordo com suas características físico-químicas, de periculosidade e compatibilidade (MACHADO; SALVADOR, 2005).

Visando obter melhores critérios na gestão dos resíduos químicos, a criação de uma comissão, na qual são propostos critérios de gerenciamento destes passivos torna-se necessário. Tal iniciativa visa definir o local de armazenamento dos resíduos, bem como seu modo de acondicionamento provisório realizado no próprio laboratório, e o permanente que é feito em local afastado.

6.4.1 Segregação, Armazenagem e Rotulagem

Como são utilizados diversos reagentes químicos nas análises da água tratada, são gerados resíduos com diferentes composições químicas, e muitas vezes tais materiais não podem ser descartados nos mesmos recipientes devido à incompatibilidade de suas características. Quando misturados, estes resíduos podem ocasionar, em algumas situações, reações indesejadas e conseqüentemente acidentes (DI VITTA, 2012).

Como as metodologias utilizadas pela SANEPAR fazem uso de ácidos, bases, compostos clorados, compostos nitrogenados e sais de prata, é necessário verificar a compatibilidade entre tais agentes químicos. A segregação das substâncias é fundamental, uma vez que a mistura de compostos incompatíveis elevam seus potenciais de periculosidade. Dentre os efeitos gerados pela mistura de substâncias incompatíveis estão a geração de calor e aumento da pressão, fogo e explosão, emissão de gases, vapores tóxicos e inflamáveis (JÚNIOR, 2002, p. 136).

Na Tabela 7 estão dispostas as incompatibilidades de alguns reagentes utilizados nas análises de água.

Tabela 7 – Inter-relação entre substâncias incompatíveis.

Substância	Incompatibilidade com
Acetona	Misturas de ácido sulfúrico e nítrico concentrados, peróxido de hidrogênio.
Ácido Sulfúrico	Cloratos, percloratos, permanganatos e água.
Amônia Anidra	Mercúrio, cloro, hipoclorito de cálcio, iodo, bromo, ácido fluorídrico
Cloro	Amônia, acetileno, butadieno, butano, outros gases de petróleo, hidrogênio, carbeto de sódio, turpentine, benzeno, metais finamente divididos e benzinas.
Metais alcalinos e alcalinos terrosos, tais como sódio, potássio, lítio, magnésio, cálcio e alumínio em pó.	Dióxido de carbono, tetracloreto de carbono, outros hidrocarbonetos clorados.
Prata metálica e sais de prata	Acetileno, ácido tartárico, ácido oxálico, compostos de amônio

Fonte: Adaptado JÚNIOR, 2002, p. 137-138.

De acordo com a Tabela 7 algumas substâncias não podem ser colocadas em contato, sendo assim, no laboratório de físico-química da SANEPAR deveria haver cinco bombonas para o descarte adequado dos resíduos gerados nas análises: compostos contendo ácidos, compostos contendo bases, soluções cloradas, soluções contendo sais de prata e resíduos contendo cetona. Deste modo, acidentes com os técnicos laboratoriais poderiam ser evitados, assim como, a redução da degradação do meio ambiente, através do descarte final inadequado destas substâncias.

Para realizar a armazenagem dos resíduos laboratoriais é necessário utilizar recipientes adequados, ou seja, os mesmos devem ser fisicamente resistentes e quimicamente compatíveis com seu conteúdo. Já para facilitar, evitar erros e acidentes no momento do descarte, tais recipientes devem estar devidamente rotulados, armazenados em local seguro dentro do laboratório, assim como, conter tampa rosqueável e vedante (DI VITTA, 2012; USP, 2008).

Outro fator importante é realizar a padronização da rotulagem, classificando-os de acordo seu grau de risco a saúde, inflamabilidade e reatividade, para tanto, é utilizado o Diagrama de Hommel (REZENDE, ALBERGUINI, SILVA, 2003). A National Fire Protection Association (NFPA) desenvolveu uma etiqueta que

apresenta informações qualitativas referentes a periculosidade dos produtos químicos, que pode ser aplicada aos resíduos laboratoriais.

Na Figura 13 pode ser verificado o modo de classificação dos que as substâncias podem oferecer aos indivíduos que estão manuseando-as. Cada cor presente no diagrama pode ser pontuada de zero a quatro, no qual zero não oferece risco e o quatro proporciona maior periculosidade (JÚNIOR, 2002, p. 129-130).

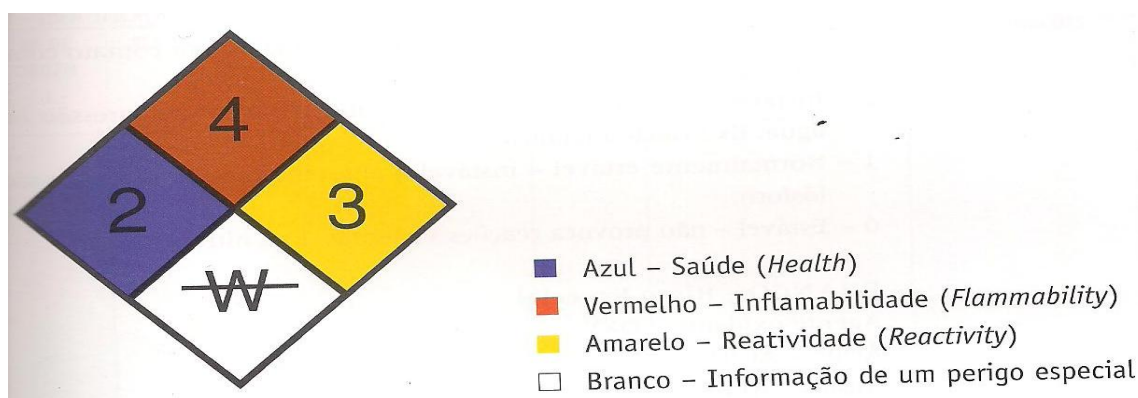


Figura 13 – Diagrama de Hommel.
Fonte: JÚNIOR, 2002, p. 129.

As cores presentes no diagrama de Hommel possuem significados específicos, ou seja, a cor azul está relacionada aos riscos à saúde, já o vermelho apresenta informações sobre a inflamabilidade, a cor amarela alerta sobre a reatividade dos agentes químicos e seus respectivos resíduos, já o branco determina se a substância é oxidante, ácida, alcalina, corrosiva, reage com água ou é radioativa (JÚNIOR, 2002, p. 129).

6.4.2 Tratamento e recuperação dos resíduos gerados

Devido aos variados reagentes químicos utilizados para a análise de água, os resíduos gerados apresentam grande diversidade em sua composição, portanto, tais características devem ser avaliadas antes de realizar o tratamento destes passivos e manejá-los para seu destino final. O tratamento e recuperação são passíveis de

realização para que parte do resíduo possa ser reutilizado em outra atividade ou para que o mesmo possa ser descartado sem prejuízos aos operadores laboratoriais e ao meio ambiente.

Quando os remanescentes das análises possuírem características ácidas ou básicas, estes podem ser neutralizados por meio da adição de compostos que conduzam o resíduo ao pH neutro, ou seja, pH 7,0 (CETESB, 2013). Portanto, os resíduos empregados em metodologias que utilizam ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido amino sulfúrico, ácido barbitúrico-piridina, ácido zircolina – SPANDS, EDTA, hidróxido de sódio e hidróxido de alumínio, devem passar pelo processo de neutralização antes de ser possível o seu descarte.

Nas metodologias para avaliar a concentração de clorofila e de agentes tensoativos surfactantes são utilizados solventes orgânicos clorados e não clorados, sendo eles, clorofórmio e acetona, respectivamente. Para o tratamento de tais resíduos é necessário efetuar a técnica de destilação, baseando-se na diferença do ponto de ebulição dos compostos.

Outro tipo de tratamento que pode ser aplicado aos resíduos é a precipitação, utilizado para realizar a segregação dos metais presentes nas soluções onde podem ser encontrados compostos como o carbonato de magnésio, o cloreto de bário, o nitrato de prata, o cromato de potássio, o cloreto férrico, o arsenito de sódio e o cloreto de magnésio. De acordo com VOGEL (1981) este método gera um precipitado que consiste em um colóide ou cristal, que pode ser, facilmente, removido por meio da filtração ou centrifugação.

Entretanto, mesmo após a aplicação das técnicas de tratamento nos resíduos gerados durante a verificação da qualidade da água, ainda há àqueles que não podem ser tratados, seja pela sua dificuldade ou pelo investimento financeiro. Sendo assim, tais resíduos devem ser incinerados e, posteriormente, encaminhados para aterros químicos classe I e II.

De acordo com Dias et al. (2009), a incineração consiste no processo de queima de compostos, a elevadas temperaturas, em mistura com quantidade apropriada de ar, durante um determinado período de tempo. Esta técnica reduz os resíduos a seus constituintes minerais, principalmente, dióxido de carbono, vapor d'água e sólidos inorgânicos (cinzas). Este método pode ser aplicado aos solventes orgânicos presentes em misturas que não seja possível a recuperação, como por

exemplos, os organoclorados. Para tanto, estes devem ser acondicionados em bombonas separadas dos demais solventes.

Já para a disposição em aterros, os resíduos necessitam ser caracterizados e classificados pela empresa de origem, assim como, determinar a concentração do agente químico, para que o mesmo possa ser direcionado para classe I ou II, sendo a classe II menos onerosa para a disposição. Para garantir que o material contaminante não cause danos ao meio ambiente, as valas do aterro são impermeabilizadas por dupla camada de polietileno de alta densidade (PEAD) e o solo é preparado para que não haja infiltração (JÚNIOR, 2002).

O tratamento adequado e o descarte final dos resíduos é imprescindível para a preservação do meio ambiente, uma vez que compostos ácidos e básicos, solventes orgânicos clorados e não clorados e soluções contendo metais podem causar prejuízos a fauna, a flora, ao solo e as água que entre em contato com os mesmos. Portanto, a SANEPAR é responsável pelas medidas de gerenciamento dos resíduos gerados durante os procedimentos de análise de água para evitar preservar o meio ambiente.

7 CONCLUSÃO

Através do acompanhamento das atividades realizadas pelos técnicos do laboratório de análise físico-química da água, da SANEPAR, pode-se compreender a necessidade de avaliar as propriedades químicas dos reagentes, a fim de especificar os EPIs para as atividades desenvolvidas. Como também, averiguar quais agentes químicos oferece maior insalubridade ao serem manuseados.

Observou-se a falta de fiscalização quanto ao uso dos EPIs e que alguns deles foram especificados incorretamente. Sugere-se, portanto, medidas emergenciais por causa do comprometimento à saúde e segurança dos trabalhadores.

Na averiguação foram utilizados os valores apresentados no anexo 11 da NR 15 e pela ACGIH. A análise indicou que a NR 15 expõem o trabalhador a maiores riscos, devido as altas concentrações. Outra falha observada no anexo 11 é que o mesmo só contempla os compostos de alta volatilidade, deixando de lado, os corrosivos, oxidantes, tóxicos e inflamáveis.

O conhecimento dos resíduos gerados e a forma adequada de segregação, armazenamento, rotulagem e tratamento são fundamentais para proporcionar um trabalho seguro nos laboratórios de análise físico-química de água.

O gerenciamento dos resíduos também é de grande importância para reduzir a degradação do meio ambiente, evitando-se o despejo de contaminantes em corpos hídricos e no solo, uma vez que os compostos ácidos, básicos, clorados e com metais proporcionam diversos prejuízos ao ecossistema.

REFERÊNCIAS

3M. **Proteção respiratória para segurança do trabalho.** Sumaré/SP. Disponível em:
<http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/PPE_SafetySolutions_LA/Safety/Products/One/Two/>. Acesso em: 09 ago 2013.

3M. **Proteção visual para segurança do Trabalho.** Sumaré/SP. Disponível em:
<http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/PPE_SafetySolutions_LA/Safety/Products/Four/>. Acesso em: 09 ago 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

ACGIH – American Conference Of Governmental Industrial Hygienists. **TLVs® e BEIs® – Baseados na Documentação dos Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs®).** Tradução: ABHO – Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. São Paulo, 2012.

ALBERGUINI, L. B.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP –São Carlos – Resultados da Experiência Pioneira em Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Campus Universitário. **Química Nova**, vol. 26, n.º 2, p. 291-295, 2003.

ALMEIDA-MURADIAN, Ligia B. Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva. In: HIRATA, Mario H., FILHO, Jorge M. **Manual de Biossegurança.** Barueri: Manole, 2002, p. 57-68.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard methods for examination of water and wastewater.** 22. ed. Washington: APHA, 2012.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia: o desafio do desenvolvimento sustentável.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL(a). Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2011. Disponível em:

<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 9 jan. 2013.

_____. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil** 1. ed. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <www.saude.gov.br/svs>. Acesso em: 15 jan. 2013.

_____. Resolução nº 33. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA - Resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e maio de 2006**. 1. ed. Brasília, DF, 2006.

_____. Lei n. ° 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 9 jan. 2013.

BRASIL(b). Ministério do Trabalho e Emprego. Decreto n. ° 7.602, de 7 de novembro de 2011. Dispõe sobre a Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7602.htm>. Acesso em: 9 jan. 2013.

_____. Lei n. ° 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1977. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm#art189>. Acesso em: 08 ago. 2013.

_____. NR 1 – Disposições Gerais. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1983. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF0F7810232C/nr_01_at.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2013.

_____. NR 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1983. Disponível em <

[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388128376306AD/NR-04%20\(atualizada\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388128376306AD/NR-04%20(atualizada).pdf) >. Acesso em: 26 jan. 2013.

_____. NR 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1999. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D311909DC0131678641482340/nr_05.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2013.

_____. NR 6 – Equipamento de Proteção Individual. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2001. Disponível em <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388130953C1EFB/NR-06%20\(atualizada\)%202011.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388130953C1EFB/NR-06%20(atualizada)%202011.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2013.

_____. NR 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1994. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E0819FC102ED/nr_07.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2013.

_____. NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1994. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr_09_at.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2013.

_____. NR 15 – Atividades e Operações Insalubres. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978. Disponível em <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20\(atualizada%202011\)%20II.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20(atualizada%202011)%20II.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2013.

_____. NR 17 – Ergonomia. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1990. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2013.

_____. NR 26 – Sinalização de Segurança. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2011. Disponível em <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A350AC88201355DE1356C0ACC/NR-26%20\(atualizada%202011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A350AC88201355DE1356C0ACC/NR-26%20(atualizada%202011).pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2013.

_____. Portaria n. ° 3.214, de 8 junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978. Disponível em: <

http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BE96DD3225597/p_19780608_3214.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2013.

BRANCURA. **Jaleco longo de Algodão**. Disponível em:
<<http://brancura.com.br/jaleco-longo-algodao-unissex.html>>. Acesso em: 09 ago 2013.

BROWN, Theodore L., LEMAY, H. Eugene J., BURSTEN, Bruce E. Química: a Ciência Central. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CASA CIVIL. Lei 12.726, 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e adota outras providências. **Casa Civil do Estado do Paraná**. Disponível em:
<<http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=5849&codItemAto=40479>>. Acesso em: 9 jan. 2013.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Emergência com corrosivos: diluição ou neutralização**. São Paulo. Disponível em:
<http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/artigos/artigos/emerg_dil_neut.pdf>. Acesso em: 09 ago 2013.

_____. **Lista Completa de Todos os Produtos Químicos**. São Paulo. Disponível em:
<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/produto_consulta_completa.asp?qualpagina=1&sqlQuery=sp_TBPRODIDENTIFICACAO_sel>. Acesso em: 29 jul 2013.

CIAVE – Centro de Informações. **Apostila de toxicologia básica**. Secretaria da Saúde do Estado da Bahia – SESAB, Salvador, 2009. Disponível em:
<http://www.saude.ba.gov.br/pdf/Apostila_CIAVE_Ago_2009_A4.pdf>. Acesso em: 05 ago 2013.

CRQ-IV – Conselho regional de Química – IV Região. **Guia de Laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação**. São Paulo, 2007. Disponível em:
<<http://www.iqm.unicamp.br/csea/docs/guiamontagemdelaboratorios.pdf>>. Acesso em: 08 ago 2013.

DI VITTA, Patricia B. **Gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa: procedimentos gerais**. Setor Técnico de Tratamento de Resíduos – Instituto Químico da USP, São Paulo, 2012. Disponível em:

<<http://www.cnpsa.embrapa.br/met/images/arquivos/17MET/minicursos/minicurso%20opatia%20texto.pdf>> .Acesso em 02 ago 2013.

DIAS, Louise M. A. et al. **Incineração de resíduos de serviços de saúde-lixo hospitalar: uma oportunidade de receita para o hospital escola de Itajubá.** Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende/RJ, 2009. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos09/274_274_Artigo_Seget.pdf>. Acesso em: 10 ago 2013.

EPI BRASIL. **Botas em PVC.** São Bernardo do Campo/SP. Disponível em: <<http://www.epibrasil.com.br/bota-80BPL200PA-cano-longo-preta-ca-26541-biqueira-e-palmilha-de-aco-impermeavel.html>>. Acesso em: 09 ago 2013.

FIGUEREDO, Débora. V. **Manual para Gestão de Resíduos Químicos Perigosos de Instituições de Ensino e de Pesquisa.** 1. ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química de Minas Gerais, 2006.

FONSECA, Janaína C. L. **Manual para gerenciamento de resíduos perigosos.** UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em:<<http://www.unesp.br/pgr/manuais/residuos.pdf>>. Acesso em: 08 ago 2013.

FORNNAZZARI, Isis. M.; STIIRMER, Júlio C. Implantação do programa de gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios de química da UTFPR-PG. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 2, 2008.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 3. ed revisada. **Departamento de Engenharia de Saúde Pública.** Brasília, DF, 2006.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter L. **Abastecimento de água para consumo humano.** 1 Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

ILO – International Labour Organization. **Introdução à saúde e segurança no trabalho.** Bureal Internacional do Trabalho, 2009. Disponível em: <http://www.ilo.org/public/portugue/region/eurpro/lisbon/pdf/pub_modulos2.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2013.

JÚNIOR, Orlando Z. Manuseio de Produtos Químicos e Descarte de seus Resíduos. In: HIRATA, Mario H., FILHO, Jorge M. **Manual de Biossegurança.** Barueri: Manole, 2002, p. 123-166.

LEVADA, Juliana C. **Gestão e gerenciamento de resíduos químicos e aplicação da tecnologia de destilação na recuperação de solventes orgânicos**: estudo de caso da reciclagem do xileno. 2008. 70 f. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

LUVAS YELING. **Luvas**. Curitiba/PR. Disponível em: <<http://www.yeling.com.br/produtos>>. Acesso em: 09 ago 2013.

MACEDO, Jorge A. B. **Águas & Águas**. 3º Ed. Belo Horizonte/Minas Gerais: CRQ – MG, 2007.

MACHADO, Ana M. R., SALVADOR, Nemésio N. B. **Gestão de Resíduos Químicos**: normas de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo: Departamento de Produção Gráfica, 2005.

MACHADO, Pedro J. O; TORRES, Fillipe T. P. **Introdução à Hidrografia**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2013.

MONTENEGRO, Daiane S., SANTANA, Marcos J. A. **Resistência do operário ao uso do equipamento de proteção individual**. UCSAL – Universidade Católica de Salvador, Bahia, 2010. Disponível em: <http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Mono3_0132.pdf>. Acesso em: 07 ago 2013.

MOREIRA, José R. R., QUELHAS, Osvaldo L. G., GOMES, Robson S. Questão de bom senso – Análise comparativa aponta defasagem em limites estabelecidos no Brasil. **Revista Proteção**. Agosto de 2011.

MOTA, Suetônio. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006.

NIEMEYER, Mark. **Água**: A essência da vida. 1. ed. São Paulo: Publifolha, 2012.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Guidelines for Drinking-Water Quality**.V1, Geneva, SW, 2004

PARSEKIAN, Marilu P. S. **Análise da proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento completo em cidades de porte médio do estado de São Paulo**. 1998. 183 f. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

PEDROZA, Ana C., RODRIGUES, Aretha S., SOUSA, Carolina F., PINHEIRO, Fabriciano. Limites de Exposição Ocupacional: estudo comparativo entre valores aplicados no Brasil e EUA. **RevInter - Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, 2011.

PELLOSO, Eliza F., ZANDONADI, Francianne B. **Causas da resistência ao uso do equipamento de proteção individual**. Universidade Católica de Santos, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.segurancaotrabalho.eng.br/artigos/art_epi_cv.pdf>. Acesso em: 07 ago 2013.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 1991.

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. **Estação de Tratamento de água**. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/>>. Acesso em: 17 jan. 2013.

SPERLING, Marcos V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3. ed. Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental – UFMG, 2005.

TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

UFABC – Universidade Federal do ABC. **Apostila de descarte de resíduos químicos**. Programa de Gerenciamento de Resíduos na UFABC, Santo André, 2010. Disponível em: <http://ccnh.ufabc.edu.br/laboratorios/apostilaresiduos1_0.pdf>. Acesso em: 05 ago 2013.

UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo. **Instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos**. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.unifesp.br/reitoria/residuos/orientacao-geral/arquivos/02-PorMT204-97_1.pdf>. Acesso em: 02 ago 2013.

USP – Universidade de São Paulo. Acondicionamento de Resíduos Químicos: Segregação, Armazenamento e Rotulagem. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/lab_residuos/docs/pgrq_norma_03.pdf>. Acesso em: 09 ago 2013.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. São Paulo: Mestre Jou, 1981.