

ALEX LEBLER

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS,
BIOLÓGICOS, ERGONÔMICOS E DE ACIDENTES EM UMA ESTAÇÃO
DE TRATAMENTO DE ÁGUA MUNICIPAL

São Paulo

2016

ALEX LEBLER

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS,
BIOLÓGICOS, ERGONÔMICOS E DE ACIDENTES EM UMA ESTAÇÃO
DE TRATAMENTO DE ÁGUA MUNICIPAL

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do
título de Especialista em
Engenharia de Segurança do
Trabalho

São Paulo
2016

À memória da minha avó.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha esposa por estar sempre ao meu lado, me incentivando a alcançar meus objetivos. Aos meus pais, por me darem a oportunidade de estudar e chegar a este momento. Ao meu irmão e aos meus amigos, agradeço pela compreensão nos momentos em que estive ausente. Aos funcionários da Estação de Tratamento de Água onde realizei o trabalho, agradeço pela atenção de todos. À Prefeita Municipal por ter me autorizado a formalizar este trabalho.

RESUMO

No Brasil, a potabilidade da água é regida pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, sendo as Estações de Tratamento de Água instalações nas quais são realizados os tratamentos físico-químicos da água para atendimento dessa Portaria. Os Operadores de Estação Tratamento de Água são os funcionários responsáveis pela execução das diversas atividades envolvidas no atendimento ao padrão de potabilidade da água. Esses, ao executarem suas tarefas, estão sujeitos aos mais variados tipos de riscos oriundos de exposições a diversas condições perigosas encontradas nos locais de trabalho. O presente trabalho objetiva realizar um levantamento dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente a que os operadores de uma ETA municipal estão expostos. Pretende-se, ainda, criar uma priorização de ações de controle baseada nos níveis de riscos avaliados para cada perigo identificado, além de recomendar ações de controle para cada dessas situações perigosas encontradas. A Estação de Tratamento de Água analisada é municipalizada, sendo a prefeitura responsável por diversas fontes e poços no interior, além da ETA municipal. Ao trabalhar, os operadores são expostos a diversos produtos químicos devido à variedade de análises laboratoriais e de produtos químicos utilizados no tratamento de água. Além disso, estão sujeitos a riscos de acidentes, ergonômicos, físicos e biológicos. A ferramenta utilizada no levantamento dos riscos e na priorização de ações de controle foi a Análise Preliminar de Riscos (APR), sendo essa aplicada para as principais atividades, elencadas após uma análise baseada na observação das atividades, entrevistas abertas com o coordenador da ETA e responsáveis técnicos, além da análise documental de SST dos operadores. Os resultados obtidos mostram que os funcionários não estão comprometidos com a segurança, fato comprovado pelos vários EPIs que são fornecidos e não utilizados. Os fatores falta de treinamentos de segurança e desconhecimento dos riscos a que estão expostos mostram a falta de comprometimento da Prefeitura ante as questões de SST de seus funcionários, o que coloca os trabalhadores que negligenciam o uso de EPIs e protocolos de segurança no patamar de vítimas de um sistema que não prioriza a segurança de seus funcionários. A Prefeitura analisada não possui um setor efetivo de segurança do trabalhador, sendo contratada uma empresa prestadora de serviços que gera os documentos de SST necessários ao atendimento à legislação, porém sem dar o

efetivo suporte aos funcionários na busca de um ambiente de trabalho saudável e sem acidentes. Devido ao exposto, recomenda-se que a prefeitura crie um setor específico de Saúde e Segurança do Trabalhador para atender àqueles que mais precisam destes serviços, os funcionários municipais.

Palavras-chave: Análise Preliminar de Risco (APR). Estação de Tratamento de Água. Gestão de Risco. Riscos. Saúde e Segurança no Trabalho.

ABSTRACT

In Brazil, the water potability is governed by the Order 2914/2011 of the Ministry of Health, being the Water Treatment Plants the facilities in which the physical-chemical treatment are performed aiming to attend the Ministerial Order. The Water Treatment Plant Operators are the responsible for implementing the various activities involved in meeting the standard of water potability. They, to perform their duties, are subject to various types of risks due to the exposure to various dangerous conditions found in the workplace. This monograph aims to perform an investigation of the physical, the chemical, the biological, the ergonomic and the accidental risks that the operators of a Municipal Water Treatment Plant are exposed. It is intended, yet, to create a control action prioritization based on the risk levels evaluated for each identified hazard, and recommending control actions to every hazard found. The water treatment plant analyzed is municipalized, being the prefecture responsible for several water wells and water sources located on the countryside, beyond the municipal WTP. The operators, while working, are exposed to many chemicals due to the variety of laboratorial analysis and different chemicals manipulated by them. Furthermore, they are subjected to accidental, ergonomic, physical and biological risks. The tool used on the risk data survey and action prioritization of the controls was the Preliminary Risk Analysis (PRA), applied for main activities, listed after an analysis based on the observation of the activities, opened interviews with the WTP coordinator and technical responsables, in addition to a HSW documental analysis. The results shows that the operators are not committed with safety issues, fact proved by the several cases when the PPE is provided and not used by the workers. The lack of safety trainings and the unfamiliarity about the risk that the workers are exposed show the lack of commitment of the prefecture over the HSW issues of its workers, it places the employees that neglect the PPE usage and the HSW protocols as victims of a system that does not prioritize the safety of its servants. The analyzed prefecture does not have a HSW effective sector, it hires a service company that generates the necessary documents about HSW to comply with legislation, but without providing effective support to employees in finding a healthy work environment and without accidents. Because of the above, it is recommended that the city creates a specific sector of Health and Safety to serve those most in need of these services, municipal employees.

Key-words: Preliminary Risk Analysis (PRA). Water Treatment Plant. Risk management. Risks. Health and Safety at Work.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – O processo de gestão de riscos conforme a norma ISO 31000.....	20
Figura 2 – O ciclo PDCA.....	22
Figura 3 – Processo de gestão de riscos.....	23
Figura 4 – Matriz de Classificação de Riscos.....	32
Figura 5 – Tecnologias de tratamento de água.....	35
Figura 6 – Tratamento Convencional.....	36
Figura 7 – Esquema de processamento de uma ETA típica.....	37
Figura 8 – Adição de coagulante à água bruta.....	37
Figura 9 – Tanques de floculação de uma ETA.....	38
Figura 10 – Tanques de decantação de uma ETA.....	39
Figura 11 – Filtros de uma ETA do tipo rápido de fluxo descendente.....	40
Figura 12 – Esquema de um tanque de contato típico.....	40
Figura 13 – Estação de Tratamento de Água.....	43
Figura 14 – Ponto de captação de água para tratamento.....	44
Figura 15 – Adição de Policloreto e Alumínio e Hipoclorito de Sódio.....	45
Figura 16 – Tanques de floculação da ETA municipal.....	45
Figura 17 – Tanques de decantação da ETA municipal.....	46
Figura 18 – Filtro rápido de fluxo descendente da ETA municipal.....	46
Figura 19 – Reservatórios de 2000m ³ e 150m ³ da ETA municipal.....	47
Figura 20 – Local de amostragem no interior da cidade.....	47
Figura 21 – Laboratório analítico da ETA municipal.....	48
Figura 22 – APR da atividade limpeza do decantador.....	56
Figura 23 - APR da atividade ajuste da dosagem de coagulante.....	57
Figura 24 – APR da atividade amostragem de água na ETA.....	58
Figura 25 – APR da atividade amostragem de água nos poços e fontes do interior da cidade.....	59
Figura 26 - APR da atividade abastecimento de produtos químicos nos poços e fontes do interior da cidade.....	60
Figura 27 - APR da atividade análises físico-químicas, químicas e bacteriológicas.....	61
Figura 28 - APR da atividade operação da ETA.....	62

Figura 29 - APR da atividade carregamento das tinas e saturadores.....	63
Figura 30 – Descida e limpeza do decantador.....	64
Figura 31 – Escada mal projetada.....	65
Figura 32 – Um dos pontos de amostragem localizados no interior da cidade.....	67
Figura 33 – Análise laboratorial sem uso de EPI.....	69
Figura 34 – Postura durante adição de sal ao saturador.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de energias associadas às condições perigo.....	18
Tabela 2 – Típica planilha de Análise de Riscos.....	27
Tabela 3 – Categorias de severidade.....	27
Tabela 4 – Classificação da severidade (gravidade).....	29
Tabela 5 – Classificação de Probabilidade.....	29
Tabela 6 – Quadro de definição sobre aceitabilidade do risco.....	30
Tabela 7 – Quadro para tomada de decisão a partir do nível de risco.....	30
Tabela 8 – Categorias de Frequência.....	31
Tabela 9 – Categorias de Severidade.....	32
Tabela 10 – Matriz para preenchimento da análise de risco.....	33
Tabela 11 – Crescimento da população da cidade.....	42
Tabela 12 – Produtos químicos usados no laboratório.....	49
Tabela 13 – Lista de produtos utilizados na produção de água.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP	Análise Preliminar de Perigo
APR	Análise Preliminar de Risco
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LER	Lesão por Esforço Repetitivo
MS	Ministério da Saúde
NR	Nível de Risco
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Services</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i> (Planejar-Fazer-Checar-Agir)
PAC	Policloreto de Alumínio
pH	Potencial de Hidrogênio
RH	Recursos Humanos
SST	Saúde e Segurança no Trabalho

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO	16
1.2	JUSTIFICATIVA	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	ALGUMAS DEFINIÇÕES	17
2.1.1	Condição perigosa	17
2.1.2	Perigo	18
2.1.3	Risco	18
2.2	O PROCESSO DE GESTÃO DE RISCOS	19
2.3	O CICLO PDCA E O PROCESSO DE GESTÃO DE RISCOS	21
2.4	TIPOS DE RISCOS	24
2.4.1	Riscos Físicos	24
2.4.2	Riscos Químicos	24
2.4.3	Riscos Biológicos	25
2.4.4	Riscos Ergonômicos	25
2.4.5	Riscos de Acidente	25
2.5	ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR): IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E ANÁLISE DE RISCOS	26
2.6	TRATAMENTO DE ÁGUA	34
2.6.1	Tipos de tratamentos	35
2.6.2	Etapas do tratamento de água do tipo convencional	37
2.6.2.1	Coagulação	37
2.6.2.2	Floculação	38
2.6.2.3	Decantação	38
2.6.2.4	Filtração	39

2.6.2.5	Tratamentos complementares: Desinfecção, Fluoretação e Correção do pH.....	40
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
3.1	A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA MUNICIPAL.....	42
3.1.1	Etapas do tratamento de água realizado na ETA municipal.....	43
3.1.2	Produtos químicos utilizados na ETA Municipal.....	48
3.1.3	Atividades realizadas pelos operadores da ETA municipal.....	50
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS PARA O TRABALHO.....	53
3.3	METODOLOGIA UTILIZADA NO LEVANTAMENTO DOS RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS, ERGONÔMICOS E DE ACIDENTE DO TRABALHO.....	53
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.1	LIMPEZA DO DECANTADOR.....	64
4.2	AJUSTE DA DOSAGEM DE COAGULANTE.....	64
4.3	AMOSTRAGEM DE ÁGUA NA ETA.....	65
4.4	AMOSTRAGEM DE ÁGUA NOS POÇOS E FONTES DO INTERIOR DA CIDADE.....	66
4.5	ABASTECIMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS NOS POÇOS E FONTES DO INTERIOR DA CIDADE.....	67
4.6	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS.....	68
4.7	OPERAÇÃO DA ETA.....	69
4.8	CARREGAMENTO DE TINAS E SATURADORES.....	70
4.9	COMENTÁRIOS GERAIS SOBRE OS RESULTADOS.....	71
5	CONCLUSÃO.....	73
	REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

A Portaria nº 2914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde é a lei vigente no Brasil que “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”. Essa lei elenca uma série de parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e organolépticos aos quais a água destinada ao consumo humano deve atender para que possa ser considerada como potável.

De acordo com o Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em Estações de Tratamento de Água, elaborado pela Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), em 2014, “o sistema de abastecimento de água para consumo humano é um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinados à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão, conceito definido na Portaria MS nº. 2914/2011” (FUNASA, 2014, p.52).

As Estações de Tratamento de Água (ETAs) realizam o tratamento de águas provenientes de mananciais visando ao enquadramento de suas características físicas, químicas, organolépticas e bacteriológicas à Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011, isto é, tornando uma água imprópria ao consumo humano em própria para essa finalidade. As águas destinadas aos tratamentos em ETAs geralmente são provenientes de águas de superfície, como rios e lagos, porém há casos em que o suprimento de água às populações é realizado por fontes e por poços. Comumente, as águas provenientes de superfícies são as que necessitam de maiores tratamentos para o enquadramento à Portaria do MS nº 2914/2011.

O método geralmente empregado no tratamento de água para consumo humano, em se tratando de águas provenientes de mananciais superficiais (águas brutas), é o chamado método convencional, presente, segundo Botero (2008), em 75% dos municípios onde se realiza tratamento de água. Esse tipo de tratamento emprega basicamente uma sequência de processos: coagulação, floculação, decantação/sedimentação, filtração, correção de pH (caso necessário), cloração/desinfecção e fluoretação. Outros tipos de tratamento, menos comumente utilizados, são os chamados não convencionais, que compreendem a clarificação de

contato, as ETAs compactas, a filtração rápida, entre outros. Além desses, existe ainda a simples desinfecção de águas para eliminação de micro-organismos patogênicos (BOTERO, 2008).

O sistema de abastecimento de águas analisado neste trabalho é municipalizado, sendo assim, a prefeitura é responsável pela captação, tratamento, estocagem/reserva e distribuição da água potável no município. A Estação de Tratamento de Água (ETA) realiza a captação da água bruta de um manancial superficial corrente, sendo o tratamento aplicado aquele comumente conhecido como convencional. Além da ETA, a Prefeitura Municipal é responsável por diversos poços e fontes, localizados no interior da cidade, que totalizam 23 unidades, nas quais utiliza métodos convencionais, não convencionais e simplificados de tratamento no abastecimento de água potável.

Visando ao atendimento da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, diversas análises laboratoriais são realizadas, tanto em campo, quanto no laboratório da Estação de Tratamento de Água municipal. Os funcionários denominados como operadores de estação de tratamento de água são responsáveis pelas diversas coletas e pelas várias análises físico-químicas e microbiológicas que são realizadas na rotina de controle e produção da água para o município. Para execução de suas tarefas, os funcionários se deslocam diariamente pelo interior da cidade objetivando a coleta das amostras, levando consigo produtos químicos, equipamentos de análise e recipientes para coleta e tratamento das águas sob responsabilidade municipal.

Somado aos trabalhos realizados no interior, os operadores realizam as coletas de amostras e análises laboratoriais na ETA municipal, que opera 24 horas por dia, além de controlarem a produção de água de abastecimento. O controle da produção de água envolve diversificadas atividades, tais como o controle de válvulas, o controle de vazões, a dosagem de coagulante, o controle de níveis dos tanques de produtos químicos, entre outras. Durante essa rotina de trabalho, esses profissionais têm contato com diversos produtos químicos, micro-organismos possivelmente patogênicos, posturas ergonomicamente inadequadas, além de estarem sujeitos a variadas formas de exposições às condições perigosas contidas nos diversos ambientes onde realizam suas atividades. Belloni et al (2009) afirmam que, em uma análise de 13.000 profissões, realizada no mundo todo, a classe dos operadores de Estações de Tratamento de Água está entre as doze mais

susceptíveis a acidentes de trabalho.

1.1 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é realizar um levantamento dos diversos riscos - físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente do trabalho - aos quais os operadores de tratamento de águas da Prefeitura Municipal estão expostos. Pretende-se, também, realizar uma escala de priorização de ações de acordo com os níveis de risco encontrados e recomendar ações de controle e/ou sugestões de melhorias que se somarão às já existentes. Para isso, será aplicada a ferramenta de Análise Preliminar de Riscos (APR).

1.2 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista o conhecimento do autor em relação às tarefas envolvidas no tratamento de água e no funcionamento de Estações de Tratamento de Água, além da grande exposição a condições perigosas e insalubres encontradas nas mais diversas atividades executadas em Estações de Tratamento de Água, que caracterizam o ambiente como propício a acidentes e doenças que podem acometer os funcionários que trabalham no controle e abastecimento de água potável, faz-se necessário o levantamento dos riscos diversos (físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente do trabalho) visando a elencar os riscos prioritários a serem eliminados ou controlados. Uma vez eliminados e controlados os mais variados riscos, o ambiente de trabalho torna-se adequado para a geração de melhores resultados, quais sejam, a produção de água potável, de forma mais saudável e livre de acidentes o que, inevitavelmente, resulta em uma maior produtividade dos funcionários envolvidos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A identificação, a análise e a avaliação dos riscos é parte integrante de um processo maior, denominado gestão de riscos, também chamada, por vezes, de processo de gerenciamento de riscos. O objetivo geral de um processo de gerenciamento de riscos é a eliminação ou a diminuição de riscos no ambiente de trabalho, atuando, através do uso de medidas de prevenção e/ou proteção, nas probabilidades e/ou consequências de ocorrência dos perigos identificados, de forma a se trabalhar com níveis de riscos aceitáveis (riscos toleráveis).

2.1 ALGUMAS DEFINIÇÕES

Devido a algumas divergências que normalmente ocorrem nas mais diferentes literaturas, tem-se a necessidade da definição dos termos condição perigosa, perigo e risco.

2.1.1 Condição perigosa

Lapa (2011, p. 28) define condição perigosa como “fonte, situação ou ato com potencial para causar uma lesão ou doença ou uma combinação de ambos”. O autor ainda cita que um evento indesejável é aquele resultante, real ou potencial, da exposição à condição perigosa.

Uma das formas de identificação de condições perigosas se dá através da utilização da teoria de William Haddon, que postula que as ocorrências de acidentes caracterizam-se pela transferência de algum tipo de energia e, assim sendo, as condições perigosas podem ser identificadas por suas energias envolvidas. As energias podem ser, entre outras, a cinética, a potencial química, a elétrica, a eólica, a térmica, a biológica, a radiação, o mecanismo do corpo, a acústica e a pressão (LAPA, 2011).

A Tabela 1 demonstra alguns exemplos de energias associadas às condições perigosas.

Tabela 1 – Exemplos de energias associadas às condições perigosas

Energia	Condição perigosa associada
Cinética	Partes móveis rotativas
Potencial	Queda de objetos
Química	Presença de gases
Elétrica	Arco elétrico
Eólica	Arraste de objetos
Térmica	Superfícies quentes
Biológica	Bactérias
Radiação	Radiação UV
Mecanismo do corpo	Esforço físico
Acústica	Ruído
Pressão	Tubulação pressurizada

Fonte: Adaptado de Lapa (2011)

2.1.2 Perigo

Segundo Lapa (2011, p. 27), “o termo perigo refere-se à exposição a algo ou a alguma situação que possa causar dano ou lesão”. O autor conclui que o “algo” ou a “situação” a que essa definição se refere é justamente o que se definiu anteriormente como condição perigosa.

2.1.3 Risco

Segundo Lapa (2011, p. 29), o risco “é classicamente definido como a relação entre a probabilidade de ocorrência de um evento, associado à sua consequência”. Por essa definição, fica clara a natureza quantitativa envolvida com o risco, devendo este ser calculado sempre que possível.

Existem outros autores que fornecem algumas variantes para a definição de risco. Silva (2012, p. 3) apresenta diversos conceitos de risco, segundo diferentes bibliografias. Vejamos abaixo:

Efeito da incerteza na consecução dos objetivos (ISO Guia 73, 2011 apud SILVA, 2012, p. 3);
A possibilidade de acontecer algo que terá impacto (negativo ou positivo) nos objetivos (AS/NZS, 2004 apud SILVA, 2012, p. 3);

A possibilidade de um evento adverso acontecer (CIRIA, 1996 apud SILVA, 2012, p. 3);
 Um evento ou condição incerta que, se ocorrer, tem um efeito positivo ou negativo nos objetivos de um projeto (PMBok apud SILVA, 2012, p. 3).

2.2 O PROCESSO DE GESTÃO DE RISCOS

Assim como o termo risco, a gestão (gerenciamento) do risco recebe várias definições. Silva (2012, p. 9) elenca algumas definições para a gestão de riscos, como seguem:

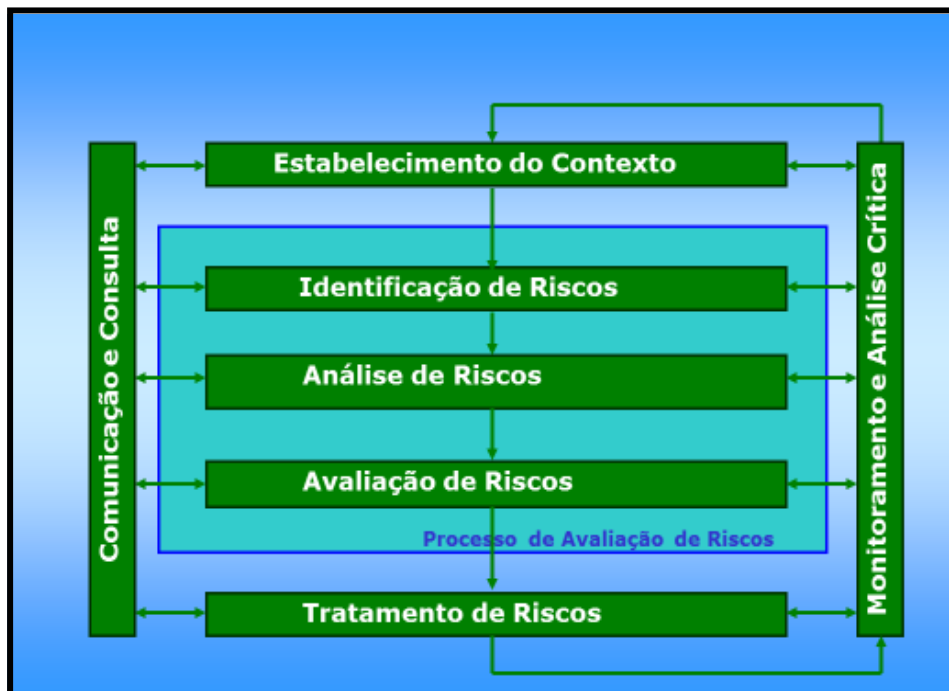
Atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que respeita ao risco (ISO GUIA 73, 2011 apud SILVA, 2012, p. 9);
 Processo sistemático de identificação, análise e resposta ao risco. Este tem como objetivo a maximização da probabilidade e consequências dos eventos positivos e a minimização da probabilidade e consequência dos eventos negativos de um projeto (Prasanta Dey, 2010 apud SILVA, 2012, p. 9);
 Uma forma sistemática de atuar sobre áreas de risco e, conscientemente, determinar como cada um deve ser tratado. É uma ferramenta de gestão que visa a identificar fontes de risco e incerteza, determinar o seu impacto e atribuir respostas adequadas de gestão. (Patrick Zou, Guomin Zhang, Jia-Yuan wang, 2006 apud SILVA, 2012, p. 9);
 Cultura, processos e estruturas direcionadas para perceber as potenciais oportunidades e gerir os efeitos negativos (AS/NZS, 2004 apud SILVA, 2012, p. 9).

O objetivo geral de um processo de gerenciamento de riscos é a eliminação ou a diminuição de riscos no ambiente de trabalho, atuando, através do uso de medidas de prevenção e/ou proteção, nas probabilidades e/ou consequências de ocorrência dos perigos identificados, de forma a se trabalhar com níveis de riscos aceitáveis (riscos toleráveis).

Medidas de prevenção visam a diminuir a probabilidade de ocorrência do evento indesejado e seus controles são denominados barreiras. As medidas de proteção visam a diminuir a gravidade do dano causado pelo evento indesejado e seus controles são denominados defesas (LAPA, 2011).

A Figura 1, retirada de USP (2015, p. 41), ilustra o processo de gestão de riscos conforme a norma ISO 31000.

Figura 1 – O processo de gestão de riscos conforme a norma ISO 31000



Fonte: USP (2015, p.41)

Pela Figura 1, podemos verificar que o processo de gestão de riscos possui um núcleo em seu eixo central, que é denominado processo de avaliação de riscos. Esse processo é dividido em três etapas: a identificação de riscos, a análise dos riscos e a avaliação dos riscos (USP, 2015).

O estabelecimento do contexto está relacionado com o entendimento dos contextos internos (por exemplo, a cultura e as estratégias da organização) e externos (por exemplo, as questões legais envolvidas) para a definição do grau de tolerabilidade dos riscos avaliados (USP, 2015).

A identificação dos riscos abrange o levantamento de uma lista de riscos observados. Para cada item, deve-se identificar os perigos/fontes, os incidentes potenciais/eventos, as causas e as consequências potenciais (USP, 2015).

Na etapa de análise de riscos é feito um levantamento minucioso das causas, probabilidades e consequências para cada um dos itens identificados na etapa anterior. Esta análise pode ser quantitativa, semi-quantitativa ou qualitativa (USP, 2015).

Na etapa de avaliação dos riscos, compara-se o valor obtido para o risco analisado com um critério para a sua aceitabilidade. Esta etapa é fundamental para a tomada de decisão, uma vez que indica se o risco é aceitável ou não (USP, 2015).

O tratamento de riscos consiste, basicamente, na escolha de opções para controlar os riscos identificados, analisados e avaliados nas etapas anteriores.

As etapas de comunicação e consulta e monitoramento e análise crítica estão presentes em todo o processo de gerenciamento de riscos, interagindo o tempo todo com os diversos passos do processo. O monitoramento e a análise crítica envolvem a identificação de novos riscos, a mudança de contextos, mudanças nas probabilidades e gravidades, entre outras; ou seja, trata-se de uma espécie de monitoramento das etapas do processo de gestão de riscos. A comunicação e consulta visa a garantir o diálogo claro e participativo de todas as partes interessadas, tanto internas quanto externas, em todo o processo de gerenciamento de riscos (USP, 2015).

2.3 O CICLO PDCA E O PROCESSO DE GESTÃO DE RISCOS

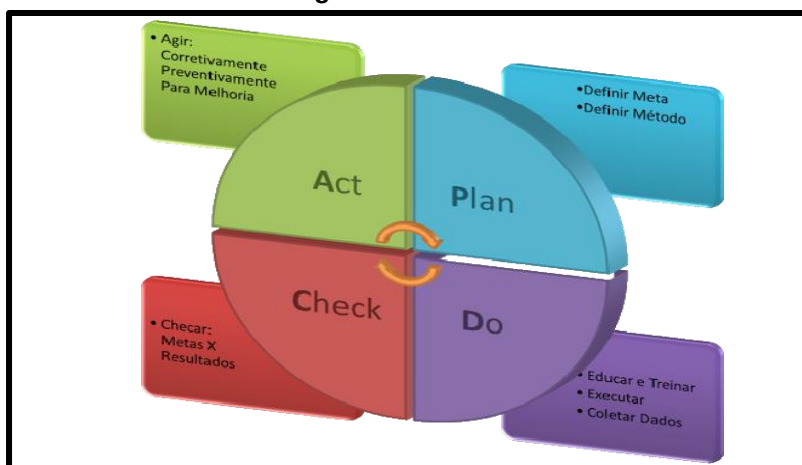
O ciclo PDCA, conhecido também como o ciclo das melhorias, foi inicialmente desenvolvido na década de 30 por um estatístico americano chamado Walter A. Shewhart. Shewhart aplicou o ciclo no controle estatístico de processos; o ciclo também é passível de ser aplicado repetidamente e continuamente em qualquer processo ou problema que vise à melhoria contínua (ANDRADE, 2003).

O conceito envolvido com a definição do ciclo PDCA está presente, continuamente, em nossas vidas. Esse ciclo é utilizado nas tomadas de decisões tanto da vida pessoal quanto profissional, sendo praticado para resolução de problemas simples e complexos, independentemente de estarmos o utilizando de forma consciente ou não. Enfim, as atividades inteligentes, nas quais estão envolvidos raciocínios lógicos de solução de problemas, entram nesse ciclo sem fim (USP, 2015).

As letras que compõem a sigla PDCA provêm dos termos em inglês **Plan-Do-Check-Act**, que, em livre tradução, significam Planejar-Executar-Checar-Agir.

A Figura 2, a seguir, demonstra graficamente o ciclo PDCA:

Figura 2 – O ciclo PDCA



Fonte: Augusto (2013)

O ciclo inicia-se no planejamento (*Plan*), em que são definidos os objetivos e as metas a serem alcançadas; a seguir, os objetivos e metas definidos no ciclo de planejamento são colocados em prática, correspondendo à etapa de execução (*Do*) do ciclo; o passo seguinte é o verificar (*Check*), que consiste em checar, de forma concreta, se o que foi planejado foi realmente executado; ao final, chega-se ao item agir (*Act*), no qual se busca agir de forma corretiva caso os objetivos e metas não tenham sido alcançados, buscando a não repetição dos resultados não desejados em ciclos subsequentes. Em suma, busca-se corrigir o que estava errado no ciclo anterior para que estes erros não ocorram novamente no ciclo seguinte, garantido que, a cada ciclo, o processo corrija problemas identificados e faça com que a roda da melhoria contínua funcione constantemente, visando ao aprimoramento do sistema (USP, 2015; ANDRADE, 2003).

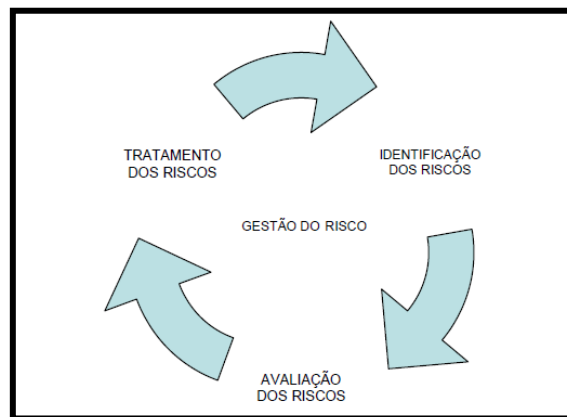
Praticamente todas as metodologias de gestão (gerenciamento) utilizadas nos dias atuais estão relacionadas com o ciclo PDCA, como no caso do gerenciamento de riscos. Sobre isso, a própria ISO 31000, para sistemas de gerenciamento de riscos, recomenda que os sistemas gestão de riscos sejam implementados no formato de um ciclo PDCA (USP, 2015).

Segundo USP (2015), pode-se concluir que a Figura 1, que representa as etapas de gerenciamento de riscos de acordo com a norma ISO 31000, identifica-se com um ciclo PDCA, segundo o qual um método de gestão de riscos tem início em um planejamento, representado pelo estabelecimento do contexto e avaliação de riscos (*Plan*); o fazer (*Do*) é representado pelo passo tratamento de riscos; o verificar (*Check*) está relacionado com os itens monitoramento e análise crítica, sendo que

esses já compreendem o passo de agir corretivamente para melhoria (*Act*) (USP, 2015).

Silva (2012) destaca que não existe uma estrutura fixa e padronizada em que todas as organizações se baseiem para aplicação de uma gestão de riscos. A autora ressalta que, embora existam diversas etapas possíveis dentro de uma estrutura de gerenciamento do risco, há três mais importantes para essa finalidade, que são a identificação dos riscos, a avaliação dos riscos e o tratamento dos riscos. Esses três itens estão relacionados dentro de um ciclo contínuo e estão representados na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Processo de gestão de riscos



Fonte: Silva (2012)

A fase de identificação dos riscos é a mais importante das fases do sistema de gestão (dentre as três apontadas), uma vez que os riscos somente podem ser medidos e controlados a partir do momento em que forem identificados. A identificação dos riscos é a etapa em que estes são caracterizados, isto é, são identificadas variáveis como suas características, causas, consequências e contextos. Nessa fase, o objetivo principal é a geração de uma lista organizada e estruturada de todos os riscos identificados para serem utilizados nas demais fases do ciclo de gerenciamento de riscos (SILVA, 2012).

Silva (2012) destaca que há diversas ferramentas para identificação dos riscos, como, por exemplo, as entrevistas estruturadas, *brainstorming* e *checklists*.

A avaliação dos riscos trata de uma etapa em que, através de um processo sistemático, estes são quantificados e colocados em uma escala que fornece o nível de importância de cada risco identificado. Esse nível de risco é obtido por uma

combinação da probabilidade e da consequência (severidade) para cada um dos fatores de risco (SILVA, 2012).

Para Silva (2012), existem três tipos de avaliações de riscos:

- Análise qualitativa: as consequências e probabilidades são determinadas de forma qualitativa, na forma de palavras;
- Análise semi-quantitativa: são atribuídos valores numéricos às escalas qualitativas de probabilidade e consequência;
- Análise quantitativa: utilizam-se valores numéricos no cálculo das probabilidades e consequências. Para avaliar um risco, nesse tipo de análise, pode-se utilizar técnicas como a árvore de eventos, a árvore de falhas, a FMEA (*failure modes and effect analysis*) e o diagrama causa e efeito.

2.4 TIPOS DE RISCOS

No presente trabalho, considera-se os riscos ocupacionais divididos em cinco grupos: os riscos físicos, os riscos químicos, riscos biológicos, riscos ergonômicos e riscos de acidentes.

2.4.1 Riscos Físicos

Os riscos físicos são aqueles relacionados às diversas formas de energia a que os trabalhadores podem entrar em contato durante sua jornada de trabalho. Nessa classe de riscos, tem-se, dentre os fatores mais comumente encontrados, o ruído, o calor, o frio, a umidade, a pressão anormal, as vibrações (vibração de corpo inteiro e vibração de mão e braços), as radiações ionizantes e as radiações não-ionizantes, dentre outras (USP, 2014; SANTOS, 2008).

2.4.2 Riscos Químicos

São considerados como grupo de fatores de riscos químicos as diversas substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo humano através das vias respiratória, cutânea ou digestiva, ou ainda uma combinação dessas. Normalmente, são divididos em poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases e vapores (USP, 2014; SANTOS, 2008).

2.4.3 Riscos Biológicos

São considerados nesse grupo basicamente as bactérias, os fungos, os vírus, os protozoários, os parasitas, os bacilos e os insetos que têm a capacidade de contaminar o trabalhador (SANTOS, 2008).

2.4.4 Riscos Ergonômicos

São os riscos associados às inadequações do trabalho às condições psico-fisiológicas dos trabalhadores. Tais riscos são aqueles relacionados, por exemplo, ao trabalho físico pesado, às posturas incorretas, às posições incômodas, aos ritmos excessivos, à monotonia, aos trabalhos em turnos, à jornada prolongada, aos movimentos repetitivos, aos conflitos, à ansiedade e à responsabilidade. As consequências associadas a tais riscos podem ser, entre outras, os problemas como cansaço, dores musculares, lesões por esforços repetitivos (LER), sensação de fraqueza, alterações no sono, na libido e no comportamento, entre outros. Em geral, tais complicações afetam também a vida social do trabalhador (USP, 2014).

2.4.5 Riscos de Acidente

Os riscos associados aos acidentes são relacionados às mais variadas facetas do ambiente de trabalho. Podem ocorrer devido a arranjos físicos deficientes/inadequados, a máquinas desprotegidas em suas partes móveis, a ferramentas impróprias ao serviço realizado, a ferramentas com defeito, a EPIs mal ajustados, com defeito ou inadequados, entre outros motivos (USP, 2014).

Lapa (2011, p. 23) lista algumas definições para acidente de trabalho, as quais ajudam a compreender o termo acidente de trabalho. Abaixo seguem algumas delas:

Evento não planejado do qual resulta morte, enfermidade, lesão, dano ou outras perdas (BS8800:1996 apud LAPA, 2011, p. 23);

Evento indesejado que resulta em morte, enfermidade, lesão, dano ou outras perdas (OHSAS 18001:1999 apud LAPA, 2011, p. 23);

Ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho que provoca lesão pessoal ou decorrência de risco

próximo ou remoto dessa lesão (ABNT NBR 14280/2001 apud LAPA, 2011, p. 23);

É aquele que ocorre pelo exercício do trabalho, a serviço da empresa, provocando lesão corporal, perturbação funcional ou doença que cause a morte ou a perda ou a redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho (Decreto nº 2172 de 5 de março de 1997 – CLT/Definição legal apud LAPA, 2011, p. 23).

2.5 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR): IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E ANÁLISE DE RISCOS

A Análise Preliminar de Riscos (APR), também conhecida como *Análise Preliminar de Perigos (APP)*, tem sua origem ligada aos programas de Segurança Militar do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. É uma técnica estruturada que objetiva a identificação de perigos em uma instalação, os quais podem ser ocasionados por eventos indesejáveis. O método é aplicável a novos projetos, a ampliações, a modificações e a locais em operação (locais já existentes), e sempre busca a detecção de pontos de maior perigo (USP, 2015; BARRETO, 2008). Viana, Alves e Jerônimo (2014, p. 3292) enfatizam que a metodologia da Análise Preliminar de Perigos é útil “como uma ferramenta de revisão geral de segurança em sistemas já operacionais”, mostrando aspectos que poderiam passar despercebidos.

Barreto (2008) aponta que a Análise Preliminar de Riscos (APR) tem como vantagem a sua facilidade de aplicação, uma vez que não é necessária a contratação de especialistas. Porém, a autora ressalta que, em uma condição ideal, deveria ser constituída uma equipe com profissionais de diversas áreas (multidisciplinar), como os técnicos do setor operacional, os representantes da área de segurança do trabalho, os da gestão ambiental, entre outros, para a aplicação da ferramenta. Ainda sobre a equipe envolvida, USP (2015) salienta que, preferencialmente, as pessoas envolvidas nos trabalhos com a APP devem ter experiência e competência no sistema em estudo. Para esse último autor, a equipe envolvida é geralmente constituída pelo pessoal da operação, engenheiro de processo, da manutenção, dos funcionários da logística e do engenheiro de segurança do trabalho.

Segundo Barreto (2008), a aplicação do método de Análise Preliminar de Riscos (APR) tem como desvantagem o fato de ser intrinsecamente qualitativo.

Outra desvantagem, segundo a autora, é que, devido à sua estrutura, em sistemas mais complexos, a aplicação da ferramenta torna-se difícil.

A aplicação da ferramenta inicia-se com uma explicação do sistema avaliado às pessoas envolvidas; então, identifica-se os eventos indesejáveis. Uma vez identificados esses eventos, descreve-se quais suas causas mais prováveis e suas possíveis consequências (USP, 2015).

As informações obtidas na aplicação da ferramenta da APP são colocadas em uma tabela de dados (planilha de Análise Preliminar de Riscos). A análise exige a categorização da severidade, cujo resultado culmina em propostas de ações para diminuição da probabilidade de ocorrência ou minimização dos eventos indesejáveis relacionados (USP, 2015; BARRETO, 2008).

A Tabela 2 demonstra uma típica planilha de Análise Preliminar de Riscos. A Tabela 3 relaciona como os perigos identificados podem ser avaliados dentro de categorias de riscos (severidades).

Tabela 2 – Típica planilha de Análise de Riscos

PERIGO	CAUSA	EFEITO	CATEGORIA DE SEVERIDADE	OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES
---------------	--------------	---------------	--------------------------------	------------------------------------

Fonte: USP (2015)

Tabela 3 – Categorias de severidade

(continua)

CATEGORIA DE SEVERIDADE	EFEITOS
I – Desprezível	Se a falha ocorrer não haverá degradação do sistema, nem haverá danos ou lesões às pessoas envolvidas;
II – Marginal	A falha poderá degradar o sistema de certa maneira, porém sem comprometê-lo seriamente, não causando danos às pessoas envolvidas (risco considerado como controlável); Danos irrelevantes ao meio ambiente e à comunidade externa.

Tabela 3 – Categorias de severidade

(conclusão)

CATEGORIA DE SEVERIDADE	EFEITOS
III – Crítica	A falha irá causar danos consideráveis ao sistema e danos e lesões graves às pessoas envolvidas, resultando, portanto, num risco inaceitável que irá exigir ações de prevenção e proteção imediatas; Possíveis danos ao meio ambiente devido a liberações de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, alcançando áreas externas à instalação. Pode provocar lesões de gravidade moderada na população externa ou impactos ambientais com reduzido tempo de recuperação.
IV – Catastrófica	A falha provocará uma severa degradação do sistema podendo resultar na sua perda total e causar lesões graves e mortes às pessoas envolvidas, resultando num Risco Maior que exigirá ações de prevenção e proteção imediatas. Impactos ambientais devido a liberações de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, atingindo áreas externas às instalações. Provoca mortes ou lesões graves na população externa ou impactos ao meio ambiente com tempo de recuperação elevado.

Fonte: USP (2015)

Segundo Barreto (2008), as categorias de riscos (severidade), listadas na Tabela 3, são muito úteis na priorização de ações de segurança. O autor afirma, também, que a APP é considerada como uma análise preliminar, e os dados obtidos podem ser utilizados como base para aplicação de outras ferramentas que forneçam um detalhamento maior.

Uma variação do procedimento acima descrito para APR é aquela que informa de maneira um pouco menos subjetiva os riscos relativos aos perigos

identificados. Em tais técnicas, denominadas Análise Preliminar de Perigos Modificada, estimam-se, de forma qualitativa, as probabilidades e a gravidade dos danos avaliados, sempre considerando que os controles existentes ou planejados estejam presentes e funcionando (USP, 2015).

O autor USP (2015) apresenta algumas tabelas para determinação da gravidade, da probabilidade, da aceitabilidade dos riscos e o quadro para tomada de decisão a partir do nível de risco. As Tabelas 4, 5, 6 e 7 a seguir ilustram, respectivamente, aquelas demonstradas pelo autor.

Tabela 4 – Classificação da severidade (gravidade)

DESCRIÇÃO	ESPECIFICIDADE
Levemente prejudicial	- Danos no local de trabalho; pequenos vazamentos; - Incômodo e irritação (ruído local, ambiente de trabalho) - dor de cabeça, tosse, etc. - doença ocupacional que leve a desconforto temporário; - Danos leves, facilmente reparáveis.
Prejudicial	- Danos internos à organização; - Danos maiores em equipamentos e/ou instalações, com perda ou parada de produção, impactos regionais;
Extremamente prejudicial	- Danos externos à organização; - Perda total do sistema, impactos globais.

Fonte: Adaptado de USP (2015)

Tabela 5 – Classificação de Probabilidade

DESCRIÇÃO	ESPECIFICIDADE
Provável	Ocorre frequentemente (já experimentado)
Improvável	Pode ocorrer alguma vez durante a vida útil do item
Altamente improvável	Pode ocorrer, mas nunca experimentado

Fonte: Adaptado de USP (2015)

Com os dados de gravidade e probabilidade retirados das Tabelas 4 e 5, deve-se utilizar a Tabela 6 para definição do nível de risco para o perigo identificado.

Tabela 6 – Quadro de definição sobre aceitabilidade do risco

	Levemente prejudicial	Prejudicial	Extremamente prejudicial
Altamente improvável	RISCO TRIVIAL	RISCO ACEITÁVEL	RISCO MODERADO
Improvável	RISCO ACEITÁVEL	RISCO MODERADO	RISCO SUBSTANCIAL
Provável	RISCO MODERADO	RISCO SUBSTANCIAL	RISCO INACEITÁVEL

Fonte: Adaptado de USP (2015)

Através dos dados retirados da Tabela 6, toma-se a decisão se são necessários novos e/ou melhores controles e ações de melhoria, com base na utilização da Tabela 7.

Tabela 7 – Quadro para tomada de decisão a partir do nível de risco (continua)

NÍVEL DE RISCO	AÇÃO E CRONOGRAMA
TRIVIAL	Não é necessária nenhuma ação, e não é necessário conservar registros documentados.
ACEITÁVEL	Não são necessários controles adicionais. Devem ser feitas considerações sobre uma solução de custo mais eficaz ou melhorias que não imponham uma carga de custos adicionais. É requerido monitoramento, para assegurar que os controles sejam mantidos.
MODERADO	Devem ser feitos esforços para reduzir o risco, mas os custos de prevenção devem ser cuidadosamente medidos e limitados. As medidas para a redução do risco devem ser implementadas em um período de tempo definido. Quando o risco moderado está associado a consequências altamente prejudiciais, pode ser necessária uma avaliação adicional para estabelecer a probabilidade do dano, como base para determinar a necessidade de melhores medidas de controle.

Tabela 7 – Quadro para tomada de decisão a partir do nível de risco (conclusão)

NÍVEL DE RISCO	AÇÃO E CRONOGRAMA
SUBSTANCIAL	O trabalho não deve ser iniciado até que o risco tenha sido reduzido. Recursos consideráveis podem ter que são alocados para reduzir o risco. Se o risco envolve trabalho em desenvolvimento, deve ser tomada uma ação urgente.
INACEITÁVEL	O trabalho não deve ser iniciado ou continuado até que o risco tenha sido reduzido. Se não é possível reduzir o risco, mesmo com recursos ilimitados, o trabalho tem que permanecer proibido.

Fonte: Adaptado de USP (2015)

Os autores Viana, Alves e Jerônimo (2014) utilizam, em seus estudos, a Tabela 8, que elenca as categorias de frequência; a Tabela 9, que demonstra os graus de severidade; e a Figura 4, resultante do cruzamento das duas anteriores, para estimar a classificação do risco.

Tabela 8 – Categorias de Frequência

Categoria	Denominação	Descrição
A	Extremamente remota	Extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação
B	Remota	Não deve ocorrer durante a vida útil da instalação
C	Improvável	Pouco provável que ocorra durante a vida útil da instalação
D	Provável	Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação
E	Freqüente	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação

Fonte: Viana, Alves e Jerônimo (2014)

Tabela 9 – Categorias de Severidade

Categoria	Denominação	Descrição/Características
I	Desprezível	Não ocorrem lesões ou mortes de funcionários, de terceiros (não funcionários) e/ou de pessoas extramuros (indústrias e comunidade); o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor;
II	Marginal	Lesões leves em funcionários, terceiros e/ou em pessoas extramuros;
III	Crítica	Lesões de gravidade moderada em funcionários, em terceiros e/ou em pessoas extramuros (probabilidade remota de morte de funcionários e/ou de terceiros; exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe;
IV	Catastrófica	Provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas (em funcionários e/ou em pessoas extramuros).

Fonte: Viana, Alves e Jerônimo (2014)

Figura 4 – Matriz de Classificação de Riscos

Frequência						Severidade
A	B	C	D	E		
2	3	4	5	5	IV	
1	2	3	4	5	III	
1	1	2	3	4	II	
1	1	1	2	3	I	
Legenda						
Risco						
1 Desprezível	2 Menor	3 Moderado	4 Sério	5 Crítico		

Fonte: Adaptado de Viana, Alves e Jerônimo (2014)

A Figura 4 é muito útil na priorização de ações mitigadoras sobre os perigos identificados e riscos avaliados. Os riscos classificados na categoria 5, denominados riscos críticos, são os que devem receber prioritariamente ações de proteção e/ou de prevenção com objetivo de que o risco avaliado seja reduzido para níveis aceitáveis. A sequência de priorização de ações mitigadoras segue a seguinte ordem, do mais prioritário para o menos prioritário: risco crítico, risco sério, risco moderado, risco menor e risco desprezível.

A Tabela 7, a qual postula sobre uma matriz para tomada de decisão a partir do nível de risco, pode servir de guia para tomada de decisão ao utilizarmos o método descrito acima, proposto por Viana, Alves e Jerônimo (2014). Uma vez classificados os riscos de acordo com a Figura 4, tem-se os riscos críticos, os riscos sérios, os riscos moderados, os riscos menores e os riscos desprezíveis, equivalentes, respectivamente, aos níveis de riscos inaceitáveis, substanciais, moderados, aceitáveis e triviais disponíveis na Tabela 7.

O método proposto por Viana, Alves e Jerônimo (2014), acima descrito, pode ser usado em conjunto com a Tabela 10 para apreciação da APR em um ambiente de trabalho.

Tabela 10 - Matriz para preenchimento da análise de risco

Atividade	Tipo de risco	Perigo	Dano	Causa do perigo	EPI/uso	EPC/uso	Treinamento (T)	Gravidade (G)	Probabilidade (P)	Risco	Nível de risco (NR)	Ação recomendada
-----------	---------------	--------	------	-----------------	---------	---------	-----------------	---------------	-------------------	-------	---------------------	------------------

Fonte: Adaptado de USP (2015)

Na Tabela 10, os itens EPI, EPC e treinamento são as formas de controle disponíveis no local de trabalho. Ao preencher a planilha, os termos para o EPI/Usos e para EPC/Usos são:

- N: proteção não disponível;
- NA: não aplicável ao caso;
- S/S: proteção disponível e utilizada pelos funcionários;
- S/N: proteção disponível e não utilizada pelos funcionários.

No caso do Treinamento (T), para preencher a Tabela 10, são considerados os seguintes termos:

- S: existe treinamento de segurança;
- N: não existe treinamento de segurança.

2.6 TRATAMENTO DE ÁGUA

Como consequência da contínua expansão das regiões urbanas, ocorre o problema da contaminação (poluição) de águas superficiais, pois muitos dos resíduos industriais e domésticos acabam em contato final com corpos d'água como rios e lagos. Esse contato é responsável por diversas modificações, tanto das características físicas quanto químicas da água receptora. Os corpos d'água possuem uma capacidade de autodepuração capaz de neutralizar ou estabilizar parte dos efeitos causados pelas modificações provocadas por fontes de poluição. O restante da poluição, isto é, tudo aquilo que não foi autodepurado naturalmente pelo corpo d'água receptor, deverá ser eliminado por vias de tratamento adequado, de forma a tornar a água potável (BRANCO; ROCHA, 1977).

As águas de abastecimento urbano não podem ser quimicamente puras, pois alguns componentes químicos contidos na água realizam diversas funções fisiológicas e bioquímicas no organismo humano. Assim sendo, os processos de tratamento de água para abastecimento urbano não visam à total purificação da água, mas sim à eliminação de certas substâncias ou componentes nocivos (BRANCO; ROCHA, 1977).

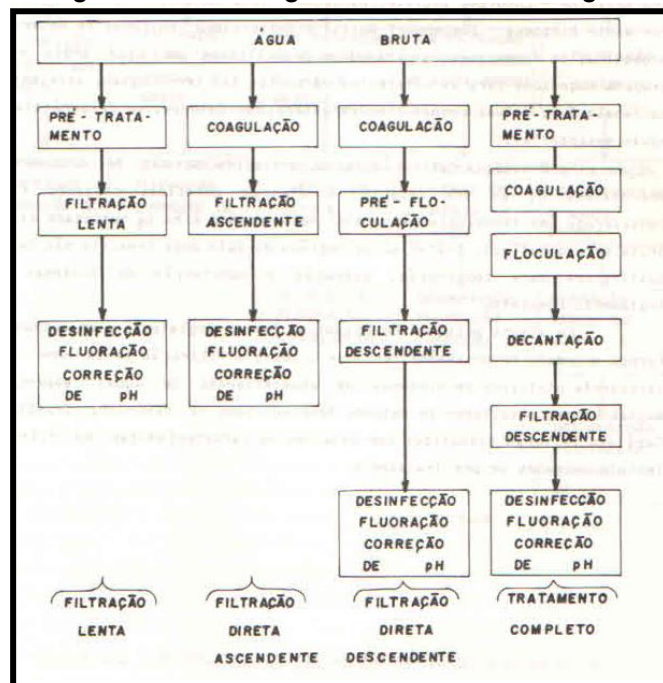
O padrão de potabilidade atualmente vigente no Brasil é dado pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 12 de Dezembro de 2011. Esse padrão é definido dentro da própria normativa como “conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano”.

As Estações de Tratamento de Água objetivam, através de processos físico-químicos de tratamento, enquadrar a água do manancial de captação (água bruta) ao padrão de potabilidade caracterizado na Portaria MS 2914/2011. Branco e Rocha (1977) fornecem o conceito de tratamento de água: “o tratamento de água destina-se a remover ou reduzir a concentração, na mesma, de impurezas potencialmente nocivas à saúde humana, animais e vegetais domésticos, à aparência estética e à sua distribuição”. Os autores ainda citam que existem ilimitados processos possíveis de tratamento de águas, que podem ir desde a dessalinização de água do mar à recirculação de esgotos.

2.6.1 Tipos de tratamentos

Segundo Di Bernardo (1993), os processos de tratamento de água podem ser divididos entre os que utilizam a coagulação e os que não utilizam a coagulação. Ainda, segundo o autor, os processos podem ser divididos por tipo de filtração empregada, podendo ser filtração rápida e lenta. No Brasil, a filtração lenta é por muitas vezes considerada uma tecnologia não viável, mesmo quando a água bruta é compatível com esse tipo de tratamento. A Figura 5 apresenta os tipos de tecnologias para o tratamento de água de consumo humano.

Figura 5 – Tecnologias de tratamento de água



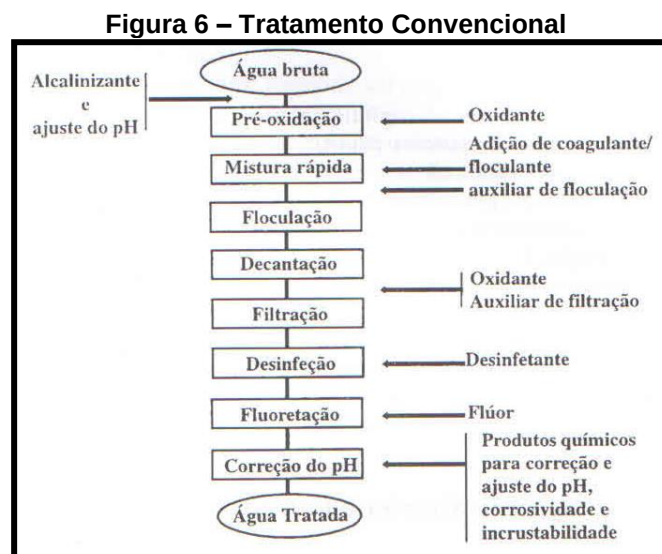
Fonte: Di Bernardo (1993)

As técnicas de Filtração Direta Ascendente, Filtração Direta Descendente e Tratamento Completo utilizam a coagulação química no tratamento da água. Esse processo é muito importante, pois as etapas subsequentes (floculação, decantação e filtração) serão diretamente influenciadas, positiva ou negativamente, pela efetividade resultante da etapa de coagulação (DI BERNARDO, 1993).

Funasa (2014, p. 72) afirma que, a depender das características físico-químicas e bacteriológicas da água a ser tratada, se faz necessário o emprego dos ciclos completos de tratamento. No caso da utilização do Tratamento Completo ou Tratamento Convencional, a água bruta é submetida aos processos de coagulação,

floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH, sendo, às vezes, dependendo das características da água bruta, necessário algum tipo de pré-tratamento (DI BERNARDO, 1993). Em geral, utiliza-se a técnica de Tratamento Completo quando as características da água bruta não permitirem a aplicação de um dos procedimentos mais simples (Filtração Direta Ascendente, Filtração Direta Descendente ou Filtração Lenta), ou seja, o tipo de tratamento a ser aplicado é uma função basicamente da qualidade da água bruta e da qualidade desejada para o efluente final.

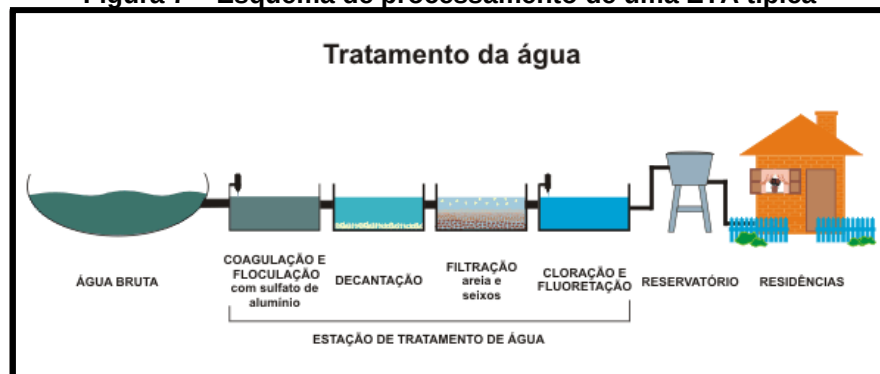
Vianna (2002) apresenta um fluxograma completo para visualização dos passos envolvidos na potabilização da água via Tratamento Convencional. O autor enfatiza que algumas fases contidas no fluxograma podem ser eliminadas, sendo tais eliminações dependentes da qualidade da água a ser tratada. A Figura 6 mostra o fluxograma de Tratamento Convencional de acordo com o autor.



Fonte: Vianna (2002)

A Figura 7 mostra um típico arranjo de uma Estação de Tratamento de Água, na qual se pode notar a sequência de tratamento sofrida pela água bruta vinda de um manancial até a sua distribuição no sistema de abastecimento urbano.

Figura 7 – Esquema de processamento de uma ETA típica



Fonte: Prefeitura de Pelotas (2016)

2.6.2 Etapas do tratamento de água do tipo convencional

2.6.2.1 Coagulação

É o processo de desestabilização química das partículas encontradas na água, e ocorre em um processo de mistura rápida. Nesse processo, as partículas que estão em suspensão na água a ser tratada são chocadas com compostos químicos que desestabilizam as suas cargas, permitindo que elas se aproximem umas das outras e que ocorra uma espécie de aglutinação de partículas, formando flocos que podem ser removidos, nas etapas subsequentes, por sedimentação e filtração. A mistura rápida deve ocorrer em locais de grande agitação e dentro de um curto espaço de tempo (VIANNA, 2002). A Figura 8, a seguir, demonstra o local de adição comum de coagulante onde ocorre a mistura rápida.

Figura 8 – Adição de coagulante à água bruta



Fonte: Prefeitura de Bebedouro (2016)

2.6.2.2 Floculação

A floculação corresponde à aglutinação e coalescência das partículas, em unidades de mistura lenta, que foram desestabilizadas na etapa prévia de coagulação. Nesse processo, as partículas coloidais desestabilizadas chocam-se umas às outras, formando os denominados flocos. O processo de floculação, por envolver o contato entre as partículas desestabilizadas, necessita de uma agitação mais intensa no começo, o que garante o início do crescimento dos flocos. À medida que o processo avança, a agitação vai diminuindo com objetivo de preservar os flocos já crescidos no início da floculação (VIANNA, 2002). A Figura 9, a seguir, mostra a vista superior dos tanques de floculação de uma Estação de Tratamento de Água.

Figura 9 – Tanques de floculação de uma ETA



Fonte: Prefeitura de Gaspar (2016)

2.6.2.3 Decantação

Ao sair do floculador, praticamente a totalidade da matéria em suspensão que havia na água bruta está aglutinada entre si e com o hidróxido de alumínio (proveniente do coagulante utilizado), sendo essa mistura denominada flocos. Esses flocos têm pesos e tamanhos suficientes para que sejam removidos da água através do processo de decantação. Nessa etapa, as partículas (flocos), pesadas e grandes, sedimentam-se devido à ação da gravidade, depositando-se no fundo do

decantador, enquanto simultaneamente a água, chamada de água decantada, se separa dos flocos ficando quase em sua totalidade isenta dos mesmos (VIANNA, 2002). A Figura 10 mostra um tanque de decantação de uma Estação de Tratamento de Água.

Figura 10 – Tanques de decantação de uma ETA



Fonte: Prefeitura de Brusque (2016)

2.6.2.4 Filtração

Após passar pelo processo de decantação, a água decantada é enviada aos filtros. O objetivo dessa etapa do tratamento é a remoção das partículas em suspensão que não foram retiradas na etapa anterior de decantação. Essa etapa remove, além das partículas citadas, os micro-organismos a elas associados (VIANNA, 2002).

Vianna (2002) explica que existem diversos tipos de filtros, que atuam de várias maneiras no tratamento da água. O autor realiza uma classificação baseada no comportamento básico dos filtros, associando-os a uma análise hidráulica desses comportamentos. A seguir, segue a classificação dos filtros segundo o autor:

- Filtração de fluxo descendente: de baixa taxa de filtração (filtros lentos) e de alta taxa de filtração (filtros rápidos), sendo que esses últimos ainda contam com a possibilidade de serem de camada simples ou de camadas múltiplas;
- Filtração de fluxo ascendente: de baixa taxa de filtração (filtros lentos ascendentes) e de alta taxa de filtração (filtros rápidos ascendentes).

Para Vianna (2002), em geral, as Estações de Tratamento de Água que aplicam o método convencional (completo) empregam o uso dos filtros rápidos em seus processos.

A Figura 11 mostra uma vista superior dos filtros de uma Estação de Tratamento de Água, trata-se de filtros rápidos de fluxo descendente.

Figura 11 – Filtros de uma ETA do tipo rápido de fluxo descendente



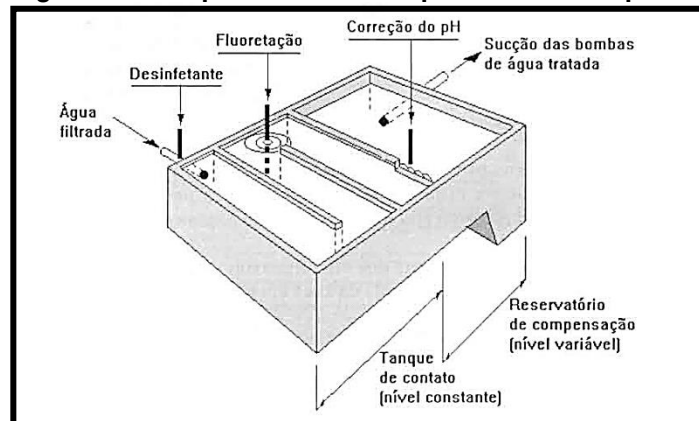
Fonte: Prefeitura de Brusque (2016)

2.6.2.5 Tratamentos complementares: Desinfecção, Fluoretação e Correção do pH

Em geral, nas Estações de Tratamento de Água brasileiras, as adições dos desinfetantes, fluoretadores e corretores de pH são feitas em um mesmo tanque, denominado como tanque de contato (VIANNA, 2002).

A Figura 12 mostra um arranjo bastante comum de um tanque de contato, seguido de reservatório de compensação, segundo Vianna (2002).

Figura 12 – Esquema de um tanque de contato típico



Fonte: Vianna (2002)

A desinfecção tem por objetivo a eliminação de micro-organismos patogênicos que porventura não foram removidos da água nas etapas antecedentes à desinfecção. Os principais micro-organismos patogênicos encontrados na água são os vírus, as bactérias, os fungos, os protozoários e vermes (VIANNA, 2002).

Vianna (2002) cita alguns desinfetantes como o cloro molecular (forma gasosa) e seus compostos (hipoclorito de sódio, cal clorada e dióxido de cloro), o ozônio e a luz ultravioleta. O autor informa que, no Brasil, o desinfetante mais usado é o gás cloro, sendo o hipoclorito de sódio e a cal clorada também utilizados, porém em menor escala.

A fluoretação, isto é, a adição de flúor à água é uma maneira de prevenir a cárie dentária. Sobre isso, Vianna (2002) apresenta o dado estatístico de que a ingestão de água fluoretada, por parte das crianças, desde seu nascimento, na correta quantidade de flúor, diminui a incidência de cárie dentária de 50 a 70%.

A correção do pH, ao final do processo, tem a principal finalidade de ajustar a água tratada ao padrão de potabilidade dado pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece que o pH deve estar enquadrado na faixa de 6,0 a 9,5.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA MUNICIPAL

A cidade à qual pertence a Estação de Tratamento de Água analisada neste trabalho está localizada no centro do Estado do Rio Grande do Sul. O município tinha, em 2015, segundo projeções estatísticas do Instituto Nacional de Geografia e Estatística (IBGE), um total de 25.700 habitantes. A Tabela 11, a seguir, demonstra o crescimento populacional da cidade entre os anos 2007 e 2012.

Tabela 11 – Crescimento da população da cidade

Ano	População
2007	22.702
2008	22.969
2009	23.928
2010	23.983
2011	24.128
2012	24.389

Fonte: Site da Prefeitura¹

Devido ao aumento populacional dos últimos anos, a Estação de Tratamento de Água municipal recebeu investimentos para ampliação da capacidade de tratamento de água, atingindo os atuais 120 L/s, o que representa mais que o dobro da que havia antes da ampliação. O número de ligações de água na cidade também tem aumentado, atingindo aproximadamente 8500 ligações totais; dessas, 5300 situam-se na zona urbana e 3200, na zona rural. A Figura 13 mostra um panorama aéreo da Estação de Tratamento de Água.

¹ Por motivo de confidencialidade, o site da prefeitura não será divulgado.

Figura 13 – Estação de Tratamento de Água



Fonte: Material de divulgação da ETA municipal

O abastecimento de água potável na cidade é totalmente municipalizado. Esse sistema compreende, além da Estação de Tratamento de Água municipal, um total de 23 pequenos e médios sistemas distribuídos dentro da área rural e urbana da cidade, sendo essas fontes e poços artesianos (subterrâneos) todos controlados pela Prefeitura.

A captação da água para a Estação de Tratamento é realizada a partir de um manancial superficial de água corrente, sendo a ETA, sozinha, responsável por aproximadamente 70% do abastecimento total do município. Os demais sistemas, compostos por fontes e poços artesianos, são responsáveis por praticamente completar o fornecimento de água potável municipal. Somados os abastecimentos da ETA, dos poços e das fontes, o município fornece água potável a mais de 99% da sua população total, tanto urbana, quanto rural.

3.1.1 Etapas do tratamento de água realizado na ETA municipal

O processo empregado na Estação de Tratamento de Água municipal é do tipo convencional, sendo aplicado à água bruta a sequência de etapas outrora descrita: coagulação, floculação, decantação e filtração rápida do tipo descendente. Após esse processo, a água tratada é enviada aos reservatórios da ETA para posterior distribuição ao sistema municipal.

O tratamento de água realizado na ETA municipal tem início com a captação no manancial superficial de água corrente. Três bombas estão disponíveis para o bombeio desde a captação até a ETA, sendo a capacidade máxima de tratamento de 120 L/s. A Figura 14 mostra o local da captação de água utilizada pela Estação de Tratamento de Água.

Figura 14 – Ponto de captação de água para tratamento



Fonte: Arquivo pessoal

Ao chegar à Estação de Tratamento, a água bruta recebe a dosagem correta de coagulante, sendo essa etapa chamada de coagulação, e uma dose de desinfetante (pré-desinfecção). A Figura 15 mostra o local onde são recebidos o coagulante e o desinfetante. O tratamento vigente utilizado na Estação de Tratamento de Água faz uso do coagulante o Policloreto de Alumínio e do desinfetante Hipoclorito de Sódio.

Figura 15 – Adição de Policloreto e Alumínio e Hipoclorito de Sódio



Fonte: Arquivo pessoal

Após as dosagens de Policloreto de Alumínio (etapa de coagulação) e Hipoclorito de Sódio, a água é enviada aos tanques de floculação, com o objetivo de crescimento dos flocos. A Figura 16 mostra um panorama de parte dos tanques de floculação da Estação de Tratamento de Água.

Figura 16 – Tanques de floculação da ETA municipal



Fonte: Arquivo pessoal

Após a floculação, a água segue para a etapa de decantação, nos denominados tanques de decantação, local onde os flocos, já crescidos e com peso adequado, sedimentam por ação da gravidade e a água, decantada, separada dos

sólidos (flocos) na parte superior do fluxo. Na Figura 17, é possível visualizar os tanques de decantação da ETA municipal.

Figura 17 – Tanques de decantação da ETA municipal



Fonte: Arquivo pessoal

A etapa seguinte do tratamento de água, depois da decantação, é a filtração. Na ETA municipal, os filtros utilizados nessa etapa são do tipo rápido de fluxo descendente. Na Figura 18, é mostrado um dos filtros existentes, sendo que há quatro filtros totais disponíveis.

Figura 18 – Filtro rápido de fluxo descendente da ETA municipal



Fonte: Arquivo pessoal

Após a filtração, a água ainda recebe uma dose de flúor, de acordo com as legislações vigentes, para então ser enviada aos reservatórios da ETA antes de ser transferida ao sistema de distribuição urbana. A Figura 19 apresenta dois dos quatro reservatórios que ETA possui (2000 m³, 500m³, 350m³ e 150³).

Figura 19 – Reservatórios de 2000m³ e 150m³ da ETA municipal



Fonte: Site da Prefeitura

Além dos trabalhos realizados na ETA municipal, descritos acima, a Prefeitura controla, conforme outrora citado no presente trabalho, outros 23 sistemas, sendo esses distribuídos entre poços e fontes. As equipes de operadores de Estação de Tratamento de Água realizam diariamente coletas de amostras em todos esses sistemas, visando à realização das análises laboratoriais rotineiras para atendimento da Portaria MS 2914/2011. Para essas coletas, as equipes se deslocam com carros da Prefeitura pelo interior da cidade, por longas distâncias, em locais que, por muitas vezes, são de difícil acesso, tanto para chegar de veículo, quanto para acessar o ponto de amostragem. A Figura 20 demonstra um local onde é feita a coleta de amostra, pode-se notar nessa figura, que no local o acesso não é fácil.

Figura 20 – Local de amostragem no interior da cidade



Fonte: Arquivo pessoal

No laboratório analítico, localizado junto às instalações da ETA, são realizadas as análises físico-químicas, químicas e bacteriológicas de todos os sistemas controlados pelo município. A Figura 21 mostra o laboratório analítico.

Figura 21 – Laboratório analítico da ETA municipal



Fonte: Arquivo pessoal

3.1.2 Produtos químicos utilizados na ETA municipal

Conforme explicitado anteriormente, diversos produtos químicos são utilizados no laboratório de análises físico-químicas, químicas e bacteriológicas da ETA municipal. Tais ensaios analíticos objetivam principalmente o atendimento à Portaria 2914 de 2011 do Ministério da Saúde. Cita-se como exemplo as análises de pH, turbidez, cor, alumínio, cloro residual livre, flúor, coliformes totais e fecais, além de outras requisitadas por tal legislação. Como são executadas diversas análises diárias no laboratório da ETA, compreendendo as análises de todos os poços e fontes do interior da cidade e da ETA municipal, vários produtos químicos são utilizados no recinto laboratorial. Essa demanda gera uma grande exposição dos operadores aos mais diversos tipos de reagentes, o que, inevitavelmente, acarreta um risco químico elevado para os operadores da Estação de Tratamento, que deveriam estar treinados para execução de suas tarefas laboratoriais. As vias de contato com os produtos químicos são cutânea e respiratória, ainda com possibilidade de ingestão devido ao consumo de bebidas no interior do laboratório.

A Tabela 12 mostra a lista de produtos químicos utilizados no laboratório da municipal.

Tabela 12 – Produtos químicos usados no laboratório

(continua)

Reagente usado no laboratório
Ácido acético glacial
Ácido clorídrico 37% (PA)
Ácido clorídrico 0,2 N
Ácido fosfórico PA (85%)
Ácido oxálico 0,125 N
Ácido sulfúrico PA
Alaranjado de metila PA
Álcool etílico 96%
Alizarina sódio PA
Amido solúvel PA
Arsenito de sódio PA
Bicarbonato de amônio PA
Carbonato de sódio anidro PA
Cloreto de potássio PA
Colilert (meio de cultura bacteriológico)
Cromato de potássio PA
DPD para cloro
Iodeto de potássio PA
Nitrato de prata 0,01 N ou 0,0282 N
Orto-toluidina PA
Preto de eriocromo T
Solução alcalina iodeto potássio/azida sódica
Solução alcoólica de fenolftaleína 1%
Solução EDTA 0,01 N
Solução padrão flúor 100 ppm
Solução de Permanganato de Potássio N/8 (0,125N)
Solução tampão amoniacal
Solução tampão pH 4
Solução tampão pH 7
Solução tampão pH 10
Solução de tiosulfato de sódio N/80 ou 0,0125 N
Solução de tiosulfato de sódio N/8 ou 0,125 N

Tabela 12 – Produtos químicos usados no laboratório**(conclusão)**

Reagente usado no laboratório
Spadns para flúor
Sulfato de manganês II PA
Tiocionato de potássio PA
Tiossulfato de sódio PA

Fonte: Arquivo pessoal

Assim como ocorre no laboratório analítico da ETA municipal, os operadores, ao trabalharem na operação do tratamento de água, entram em contato das mais variadas maneiras com produtos químicos, este contato tende a ser, basicamente, por via cutânea e respiratória.

A Tabela 13 mostra a lista de produtos utilizados na produção de água.

Tabela 13 – Lista de produtos utilizados na produção de água

Reagentes usados no tratamento da água
Policloreto de alumínio 10%
Hipoclorito de sódio 11%
Cloreto de sódio
Carbonato de Sódio
Fluorsilicato de sódio
Hipoclorito de cálcio 65%
Sulfato de cobre
Pastilhas de Hipoclorito de Cálcio e Fluorsilicato de Sódio (50/50%)

Fonte: Arquivo pessoal

3.1.3 Atividades realizadas pelos operadores da ETA municipal

Os operadores da Estação de Tratamento de Água são responsáveis pela condução dos serviços de operação da ETA municipal. Não existe uma separação de atividades entre os diversos operadores, isto é, cada um desses funcionários é responsável, concomitantemente, por todas as operações existentes na ETA. Algumas das principais atividades realizadas pelos operadores da Estação de Tratamento de Água municipal, analisadas no presente trabalho, são:

- **Análises físico-químicas, químicas e bacteriológicas:** nessas análises, realizadas no laboratório da Estação de Tratamento de Água Municipal, os operadores entram em contato com diversos produtos químicos. As diversas análises realizadas diariamente, como pH, cor aparente, coliformes totais e fecais, cloro residual livre, entre outras, ocorrem principalmente para cumprimento da Portaria MS 2914/2011, que fornece o padrão de potabilidade da água brasileira.
- **Operação da ETA:** são os diversos serviços gerais realizados dentro das instalações da ETA municipal, como o controle das válvulas, a verificação de nível dos tanques reservatórios, a averiguação de vazão, a abertura e o fechamento de comportas de fluxo de água, etc.
- **Carregamento das tinas e saturadores:** tinas e saturadores são tanques de pequenas dimensões que recebem alguma solução que será utilizada no tratamento de água. Nas tinas, atualmente, está sendo estocado (estoque intermediário) o coagulante usado no processo de tratamento de água, o Policloreto de Alumínio. Nesse caso, o operador observa o nível do tanque (tina) enquanto ocorre o carregamento de coagulante. Nos saturadores, é adicionado o cloreto de sódio moído (sal) em sacos de 25 kg na água que irá ficar saturada para posterior utilização no processo de tratamento.
- **Abastecimento de produtos químicos (coagulante e cloro) nos poços e fontes do interior da cidade:** os operadores realizam o abastecimento de produtos químicos nos poços e fontes localizados no interior da cidade. O deslocamento entre os poços e fontes ocorre com um veículo da prefeitura dedicado a executar os serviços; a estrada pela qual os funcionários se deslocam é quase que na sua totalidade de chão batido e com trechos bastante precários. Ao chegar ao local, o funcionário pega os produtos químicos no carro e se desloca até o ponto onde abastece com o produto químico, sendo adicionado (a combinação de químicos depende do poço ou fonte) cloro em pastilhas de hipoclorito de cálcio ou na forma líquida como hipoclorito de sódio e coagulante. Dependendo do poço ou fonte, é adicionado juntamente com a pastilha de cloro o flúor, isto é, às vezes o flúor está contido na pastilha de cloro.

- **Amostragem de água nos poços e fontes do interior da cidade:** a amostragem de água em cada um dos 23 sistemas controlados pela prefeitura é realizada diariamente em pontos estratégicos da distribuição, para cada um desses, no interior da cidade. O deslocamento entre os pontos de coleta ocorre com um veículo da prefeitura dedicado a executar os serviços. A estrada pela qual os funcionários se deslocam é quase que na sua totalidade de chão batido e com trechos bastante precários. Ao chegar ao local, o funcionário desce do carro, pega o frasco de amostragem de água identificado com o ponto de coleta e se desloca até o local. Após coletada a amostra, o operador segue para o sistema seguinte a ser amostrado.
- **Amostragem de água na ETA:** as amostras de água coletadas na ETA são realizadas a cada hora, quando está sendo realizado o tratamento. São coletadas diversas amostras, são elas: a amostra de água bruta, de água coagulada, de água decantada, de água filtrada e de água tratada. Para coletar as amostras, os operadores se deslocam por praticamente toda a instalação da Estação de Tratamento de Água, percorrendo os diversos ambientes, inclusive o ambiente externo.
- **Ajuste da dosagem de coagulante:** o ajuste da dosagem do coagulante é feito em função da turbidez da água bruta entrante na Estação de Tratamento de Água. Serve para adequar a massa de coagulante (Policloreto de Alumínio) por unidade de volume de água a ser tratada, de forma que a remoção de impurezas nas etapas subsequentes do tratamento seja efetiva. O operador é o responsável pelo ajuste da dosagem do coagulante na ETA, sendo que, para realizar esse serviço, se posiciona próximo à entrada de água bruta, no início do processo de tratamento, onde ocorre a queda d'água e a adição de cloro (pré-cloração ou pré-desinfecção) e de coagulante.
- **Limpeza do decantador:** os decantadores devem ser limpos em tempos espaçados de aproximadamente três meses, sendo a limpeza necessária para a remoção dos sólidos sedimentados oriundos do processo de decantação (lodo). O lodo contém diversos materiais como argila, silte, micro-organismos, nutrientes, matéria orgânica, entre outros. Os operadores, para executarem a limpeza dos decantadores, primeiramente o esvaziam, para então adentrarem utilizando uma escada móvel escorada na parte interna. O trabalho de remoção do lodo ocorre com auxílio de ferramentas manuais

utilizadas pelos operadores de ETA, de tal forma que os funcionários “arrastam” para fora do decantador, o lodo acumulado no fundo. Para executar esse serviço, os operadores ficam com a ferramenta manual em mãos, arrastando os sedimentos, e com o corpo parcialmente mergulhado no lodo.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS PARA O TRABALHO

Para o levantamento de dados do presente trabalho, foram realizadas observações diárias das atividades desenvolvidas durante um período de aproximadamente três meses. Além disso, foram realizadas entrevistas em forma de diálogos abertos com os operadores das atividades, com o coordenador da Estação de Tratamento de Água municipal e com os responsáveis técnicos mais experientes no cargo.

A despeito da situação da segurança do trabalho na ETA, ocorreu uma conversa com o técnico de segurança do trabalho da empresa prestadora de serviços da área de Saúde e Segurança do Trabalhador da prefeitura, objetivando levantar dados gerais de SST relativos às atividades dos operadores e saber qual seria o nível de acompanhamento da empresa prestadora de serviços em relação aos funcionários da ETA. Sobre o acompanhamento dessa empresa, coletou-se também algumas informações com o RH da prefeitura em relação às tratativas legais de SST dentro da Prefeitura e no âmbito da ETA estudada.

Foram verificadas as documentações relativas aos funcionários, tais como as fichas de fornecimento dos EPIs e o histórico dos treinamentos de Saúde e Segurança do Trabalhador e funcionais. Também realizaram-se diversos registros fotográficos para posterior análise e compilação das informações.

3.3 METODOLOGIA UTILIZADA NO LEVANTAMENTO DOS RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS, ERGONÔMICOS E DE ACIDENTE DO TRABALHO

O método para a avaliação dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente do trabalho utilizado no presente estudo consiste no preenchimento da Tabela 10 anteriormente citada, que versa sobre o procedimento APR adequado à demanda do presente trabalho. O preenchimento da Tabela 10

envolve a utilização das Tabelas 8 e 9 e da Figura 4, para que sejam feitas as estimativas, respectivamente, das frequências de ocorrência (probabilidades), das severidades (gravidades) e dos níveis de risco dos perigos identificados.

A avaliação dos riscos foi dividida por atividades, as quais se julgou serem as mais críticas do ponto de vista de Segurança e Saúde do Trabalhador, julgamento baseado nas observações, nas entrevistas, nas conversas e na análise de documentos outrora citados no item 3.2. O total de atividades avaliadas quanto aos riscos, pelo método APR descrito acima foram oito.

O nível de priorização dado para cada risco avaliado, relacionado com cada perigo identificado, é feito, nesta pesquisa, pelos níveis de risco mais altos estimados pela metodologia anteriormente descrita. Portanto, para cada perigo identificado em uma atividade avaliada, são estimados os respectivos níveis de risco (NR), que podem ser visualizados na planilha APR preenchida para cada atividade, que servirá como ferramenta de priorização das ações propostas.

A partir do levantamento realizado, poderá ser feito, posteriormente, um cronograma de melhorias baseado nas ações recomendadas para cada uma das atividades analisadas, para que o nível de risco avaliado para cada perigo identificado diminua a níveis aceitáveis, contribuindo para uma melhora da segurança e saúde dos trabalhadores da ETA municipal. A criação do cronograma de ações, o qual envolveria responsáveis e prazos para implementação de medidas de controle, está fora do escopo deste trabalho, sendo que este se limita a elencar os principais riscos (prioritários) e recomendações de ações de controle para diminuição de cada um dos riscos avaliados para cada um dos respectivos perigos identificados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na sequência, são abordados, para cada atividade, os resultados encontrados relativos aos preenchimentos das Análises Preliminares de Riscos (APR) realizados neste trabalho. Para cada atividade, são apontados e discutidos os principais riscos, aqueles identificados como prioritários de acordo com procedimento de priorização outrora citado. Além disso, são apresentados alguns exemplos ilustrativos de situações encontradas durante as observações de campo. A seguir, são apresentadas as figuras com as planilhas APRs para cada uma das atividades avaliadas.

Figura 22 – APR da atividade limpeza do decantador

Atividade	Tipo de Risco	Perigo	Dano	Causa do perigo	EPI/ Uso	EPC /Uso	T	G	P	NR	Ações recomendadas
Limpeza do decantador	Acidente	Queda	Morte Lesões graves	Descida no decantador; Escada inapropriada.	N	N	N	IV	E	5	Instalação de escada tipo marinho; Instalação de trava-quedas; Cinto de segurança individual; Treinamento para trabalho em altura (NR35)
	Biológico	Contaminação por microorganismos presentes no lodo	Doença infecto-contagiosa	Microorganismos presentes no lodo	S / N	NA	N	III	D	4	Utilizar EPIs fornecidos e em condições adequadas; Treinamento sobre riscos e sobre uso dos EPIs.
	Químico	Contato com produto químico presente no lodo	Reações diversas aos produtos químicos (dermatites, queimaduras, etc.)	Produtos químicos presentes no lodo	S / N	NA	N	III	D	4	Utilizar EPIs fornecidos e em condições adequadas; Treinamento sobre riscos e sobre uso dos EPIs.
	Físico	Radiação UVA e UVB	Queimaduras e doenças de pele	Trabalho a céu aberto	S / N	NA	N	III	C	3	Treinamento sobre o risco do contato com radiações não-ionizantes; Utilizar sempre protetor solar em partes do corpo expostas.
	Ergonômico	Força excessiva Postura inadequada	Lesões músculo-esqueléticas	Ferramentas manuais mal dimensionadas; Falta de padrão de trabalho.	NA	NA	N	II	C	2	Dimensionar melhores ferramentas de trabalho; Criar um padrão de limpeza e treinar os funcionários.

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 23 - APR da atividade ajuste da dosagem de coagulante

Atividade	Tipo de Risco	Perigo	Dano	Causa do perigo	EPI/ Uso	EPC /Uso	T	G	P	NR	Ações recomendadas
Ajuste da dosagem de coagulante	Acidente	Projeção de coagulante nos olhos	Lesão aos olhos	Dosagem manual; Falta de atenção; Projeção de gotículas de coagulante;	S / N	NA	N	II	D	3	Utilizar óculos de segurança fornecido; Treinamento sobre riscos envolvidos;
	Químico	Contato com produto químico (coagulante) com a pele	Reações diversas aos produtos químicos (dermatites, queimaduras, etc.)	Dosagem manual; Falta de atenção; Derramamento nas mãos;	S / N	NA	N	II	E	4	Utilizar luvas fornecidas; Treinamento sobre riscos do contato coagulante; Treinamento sobre uso de EPI.
		Respiração de névoa e/ou vapor de coagulante e cloro	Irritação ao aparelho respiratório	Névoa e/ou vapor de coagulante e cloro presentes no local.	S / N	N	N	II	E	4	Utilizar máscara fornecida; Treinamento sobre riscos e sobre uso dos EPIs; Melhoria da ventilação no local de dosagem. Realizar levantamento quantitativo para averiguar nível de exposição.
	Físico	Ruído	Perda de audição	Queda d'água na entrada da ETA; Filtros do tratamento.	S / N	N	N	III	D	4	Utilizar protetor auricular fornecido; Treinamento sobre riscos e sobre uso dos EPIs; Instalação de anteparo absorvedor para redução do ruído; Realizar dosimetria para verificação do nível de exposição dos operadores.
	Ergonômico	Postura inadequada	Lesões músculo-esqueléticas	Local de dosagem manual mal projetado para os trabalhadores.	NA	NA	N	II	C	2	Adequar o local de ajuste de dosagem de coagulante aos trabalhadores (layout).

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 24 – APR da atividade amostragem de água na ETA

Atividade	Tipo de Risco	Perigo	Dano	Causa do perigo	EPI/ Uso	EPC/ Uso	T	G	P	N R	Ações recomendadas
Amostragem de água na ETA	Acidente	Queda	Lesões diversas	Escadas mal projetadas	NA	S / N	N	III	D	4	Utilizar o corrimão ao descer a escada; Treinamento sobre os riscos envolvidos ao descer escadas.
	Biológico	Picada de inseto	Envenenamento	Aranhas	N	NA	N	II	C	2	Verificar os locais antes de coletar a amostra; Adquirir jaleco para funcionários; Utilizar jaleco, luvas e calçado fechado nas coletas de amostras.
	Físico	Radiação UVA e UVB	Queimaduras Doenças de pele	Amostragem a céu aberto	S/ N	NA	N	III	C	3	Treinamento sobre o risco do contato com radiações não-ionizantes; Utilizar sempre protetor solar em partes do corpo expostas.
		Ruído	Perda de audição	Queda d'água na entrada da ETA; Filtros do tratamento.	S/ N	N	N	III	D	4	Utilizar protetor auricular fornecido; Treinamento sobre riscos e sobre uso dos EPIs; Instalação de anteparo absorvedor para redução do ruído; Realizar dosimetria para verificação do nível de exposição dos operadores.
	Químico	Respiração de névoa e/ou vapor de coagulante e cloro	Irritação ao aparelho respiratório	Névoa e/ou vapor de coagulante e cloro	S/ N	N	N	II	E	4	Utilizar máscara fornecida; Treinamento sobre riscos e sobre uso dos EPIs; Melhoria na ventilação no local de dosagem; Realizar levantamento quantitativo para averiguar nível de exposição.
	Ergonômico	Postura inadequada	Lesões músculo-esqueléticas	Locais inadequados; Ferramentas de amostragem inexistentes.	NA	NA	N	II	C	2	Criar procedimento padrão de amostragem; Facilitar o acesso (layout adequado); Utilizar ferramentas adequadas à amostragem.

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 25 – APR da atividade amostragem de água nos poços e fontes do interior da cidade

Atividade	Tipo de Risco	Perigo	Dano	Causa do perigo	EPI/ Uso	EPC /Uso	T	G	P	NR	Ações recomendadas
Amostragem de água nos poços e fontes do interior da cidade	Acidente	Queda	Lesões diversas	Locais para amostragem de difícil acesso.	NA	N	N	III	D	4	Melhorar os acessos aos pontos de amostragem do interior.
		Acidente automotivo	Morte Lesões graves	Deslocamento com veículo em estradas deficientes	S / N	NA	N	IV	D	5	Utilizar o cinto de segurança; Trafegar somente dentro dos limites de velocidade; Treinamento de direção defensiva para os usuários dos veículos.
		Picada de animais peçonhentos	Envenenamento	Cobras no local de amostragem	N	NA	N	III	C	3	Adquirir EPI específico para proteção contra cobras; Verificar os locais antes de coletar a amostra; Treinar funcionários quanto o uso do EPI.
	Biológico	Picada de inseto	Envenenamento	Aranhas, escorpiões, etc., no local da amostragem	N	NA	N	II	D	3	Verificar os locais antes de coletar a amostra; Adquirir jaleco para funcionários; Utilizar jaleco, luvas e calçado fechado nas coletas de amostras.
	Físico	Radiação UVA e UVB	Queimaduras e doenças de pele	Trabalho a céu aberto	S / N	NA	N	III	C	3	Utilizar sempre protetor solar; Treinamento sobre o risco do contato com radiações não-ionizantes.
	Ergonômico	Postura inadequada	Lesões músculo-esqueléticas	Locais de amostragem inadequados ou mal dimensionados	NA	NA	N	II	C	2	Facilitar acesso (layout adequado)

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 26 - APR da atividade abastecimento de produtos químicos nos poços e fontes do interior da cidade

Atividade	Tipo de Risco	Perigo	Dano	Causa do perigo	EPI/ Uso	EPC/ Uso	T	G	P	N R	Ações recomendadas
Abastecimento de produtos químicos (coagulante e cloro) nos poços e fontes do interior da cidade	Acidente	Queda	Lesões diversas	Locais de abastecimento de difícil acesso	NA	N	N	III	D	4	Melhorar os acessos aos pontos de abastecimento do interior.
		Acidente automotivo	Morte Lesões graves	Deslocamento com veículo em estradas deficientes	S/ N	NA	N	IV	D	5	Utilizar o cinto de segurança; Trafegar somente dentro dos limites de velocidade; Treinamento de direção defensiva para os usuários dos veículos.
		Picada de animais peçonhentos	Envenenamento	Cobras no local de amostragem	N	NA	N	III	C	3	Adquirir EPI específico para proteção contra cobras; Verificar os locais antes de coletar a amostra; Treinar funcionários quanto o uso do EPI.
		Projeção de coagulante ou hipoclorito de sódio nos olhos	Lesão aos olhos	Dosagem manual; Falta de atenção; Projeção de gotas.	S/ N	NA	N	III	D	4	Utilizar óculos de segurança fornecido; Treinamento sobre riscos envolvidos;
	Biológico	Picada de inseto	Envenenamento	Aranhas, escorpiões, etc., nos locais de abastecimento	N	NA	N	II	D	3	Verificar os locais antes do abastecimento; Adquirir jaleco para funcionários; Utilizar jaleco, luvas e calçado fechado.
	Químico	Contato com produtos químicos (coagulante e cloro) com a pele.	Reações diversas aos produtos químicos (dermatites, queimaduras, etc.)	Contato com pastilhas de cloro, hipoclorito de sódio líquido ou coagulante	S/ N	NA	N	II	E	4	Utilizar luvas fornecidas; Treinar sobre riscos e sobre uso dos EPIs.
		Respiração de névoa e/ou vapor de coagulante e/ou cloro	Irritação ao aparelho respiratório	Geração de névoa e/ou vapor de coagulante e/ou cloro.	S/ N	NA	N	II	E	4	Utilizar máscara fornecida; Treinamento sobre uso do EPI; Treinamento sobre riscos envolvidos.
	Físico	Radiação UVA e UVB	Queimaduras e doenças de pele	Trabalho a céu aberto	S/ N	NA	N	III	C	3	Utilizar sempre protetor solar; Treinamento sobre o risco do contato com radiações não-ionizantes.
	Ergonômico	Postura inadequada	Lesões músculo-esqueléticas	Locais de abastecimento não adequados	NA	NA	N	II	C	2	Facilitar acesso (layout adequado)

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 27 - APR da atividade análises físico-químicas, químicas e bacteriológicas

Atividade	Tipo de Risco	Perigo	Dano	Causa do perigo	EPI/ Uso	EPC /Uso	T	G	P	NR	Ações recomendadas
Análises físico-químicas, químicas e bacteriológicas	Acidente	Projeção de produto químico nos olhos	Lesão permanente aos olhos	Manipulação de produtos químicos corrosivos (ácidos, oxidantes, etc.)	S / N	NA	N	IV	E	5	Utilizar óculos de segurança fornecido; Treinamento sobre riscos envolvidos no laboratório da ETA; Treinamento de segurança em laboratório; Instalação de chuveiro; Instalação de lava-olhos.
	Biológico	Contaminação por microorganismos	Doença infecto-contagiosa	Descarte da cultura da análise de coliformes totais e fecais	S / N	NA	N	III	C	3	Utilizar luvas fornecidas; Treinamento sobre riscos envolvidos no descarte da cultura microbiológica; Treinamento de segurança em laboratório.
	Químico	Contato de produtos químicos com a pele	Reações diversas aos produtos químicos (dermatites, queimaduras, etc.)	Manipulação de produtos químicos	N	NA	N	II	D	3	Utilizar luvas, calçado fechado e óculos de segurança e jaleco; Adquirir jalecos para cada funcionário; Treinamento sobre riscos envolvidos no laboratório da ETA; Treinamento sobre uso de EPI; Treinamento de segurança em laboratório.
		Respiração de vapores ácidos	Irritação ao aparelho respiratório	Manipulação de ácidos	S / N	S / N	N	II	E	4	Utilizar máscara fornecida; Treinamento sobre riscos e sobre uso dos EPIs; Utilizar a capela do laboratório. Treinamento de segurança em laboratório.
	Ergonômico	Postura inadequada	Lesões músculo-esqueléticas	Bancadas mal projetadas	NA	NA	N	II	C	2	Adequar bancadas para o trabalho em pé e sentado.

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 28 - APR da atividade operação da ETA

Atividade	Tipo de Risco	Perigo	Dano	Causa do perigo	EPI/ Uso	EPC /Uso	T	G	P	NR	Ações recomendadas
Operação da ETA (deslocamento, controle de válvulas, medição de nível dos reservatórios, medição de vazão, etc.)	Acidente	Queda	Lesões diversas	Escadas mal projetadas	NA	S/N	N	III	D	4	Utilizar o corrimão ao descer a escada; Treinamento sobre os riscos envolvidos ao descer escadas.
	Biológico	Picada de inseto	Envenenamento	Aranhas, escorpiões, etc.	N	NA	N	II	D	3	Verificar os locais antes de manipular válvulas; Adquirir jaleco para funcionários; Utilizar jaleco, luvas e calçado fechado.
	Químico	Respiração de névoa e/ou vapor de coagulante e/ou cloro	Irritação ao aparelho respiratório	Névoa e/ou vapor de coagulante e/ou cloro no ambiente	S / N	N	N	II	E	4	Utilizar máscara fornecida; Treinamento sobre riscos envolvidos; Melhorar ventilação geral da ETA; Realizar levantamento quantitativo para averiguar nível de exposição.
	Físico	Ruído	Perda de audição	Queda d'água na entrada da ETA; Filtros do tratamento.	S/ N	N	N	III	D	4	Utilizar protetor auricular fornecido; Treinamento sobre riscos e sobre uso dos EPIs; Instalar anteparo absorvedor para redução do ruído; Realizar dosimetria para verificação do nível de exposição dos operadores.
	Ergonômico	Postura inadequada Excesso de força	Lesões músculo-esqueléticas	Válvulas mal posicionadas; Válvulas de difícil abertura.	NA	NA	N	II	C	2	Facilitar acessos (layout adequado); Realizar manutenção nas válvulas.

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 29 - APR da atividade carregamento das tinas e saturadores

Atividade	Tipo de Risco	Perigo	Dano	Causa do perigo	EPI/ Uso	EPC /Uso	T	G	P	NR	Ações recomendadas
Carregamento das tinas e saturadores (tanques pequenos)	Acidente	Contato de produtos químicos com os olhos	Lesão aos olhos	Manipulação de produtos químicos	S / N	NA	N	II	E	4	Utilizar óculos de segurança fornecido; Treinamento sobre riscos envolvidos e sobre uso dos EPIs; Instalação de lava-olhos.
	Químico	Respirar produtos químicos	Irritação ao aparelho respiratório;	Sal adicionado ao tanque saturador manualmente; Névoa e vapor de coagulante ao ser adicionado às tinas.	S/N	N	N	II	E	4	Utilizar máscara fornecida; Treinamento sobre riscos envolvidos e sobre uso dos EPIs; Instalar ventilação local, nos pontos de adição; Realizar levantamento quantitativo para averiguar nível de exposição.
		Contato de produtos químicos com a pele	Reações diversas aos produtos químicos (dermatites, queimaduras, etc.)	Manipulação de produtos químicos	N	NA	N	II	D	3	Utilizar luvas, calçado fechado e óculos de segurança e jaleco; Adquirir jalecos para cada funcionário; Treinamento sobre riscos envolvidos e sobre uso dos EPIs; Instalação de chuveiro.
	Ergonômico	Postura inadequada Excesso de força	Lesões músculo-esqueléticas	Levantamento de sacos de 25 kg ao abastecer o saturador.	NA	NA	N	II	C	2	Melhorar o acesso ao ponto de adição de sal ao saturador, colocando uma escada.

Fonte: Arquivo pessoal

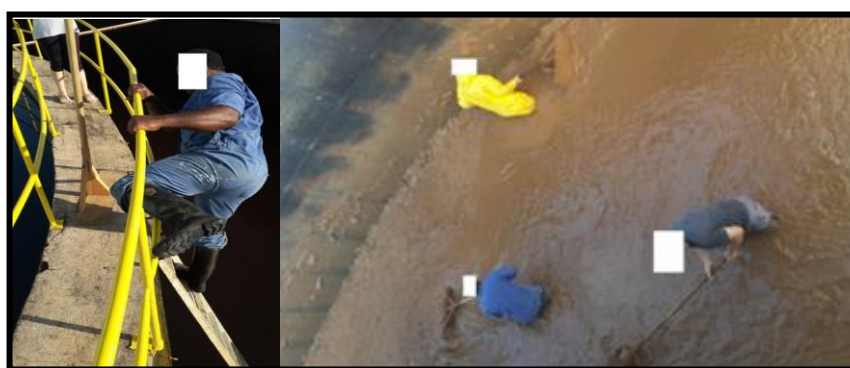
4.1 LIMPEZA DO DECANTADOR

Analisando a planilha APR, Figura 22, para a atividade de limpeza do decantador, percebe-se que o perigo cujo nível de risco é mais elevado (nível 5) é o de queda de uma altura de aproximadamente 4 metros, ao descer no decantador. Esse perigo decorre, principalmente, do fato de não haver uma escada apropriada para acessar o fundo do decantador a ser limpo, somando-se ainda o fato de os funcionários não serem treinados para trabalho em altura e não disporem de nenhum tipo de EPI ou EPC.

Durante a limpeza do lodo do decantador, os funcionários estão expostos a micro-organismos e a produtos químicos, o que caracteriza esses perigos com nível de risco quatro. A exposição decorre, basicamente, do fato de os operadores, ao executarem a limpeza, não utilizarem os EPIs disponíveis. Nesse caso, deve-se realizar treinamentos de segurança sobre os riscos envolvidos e sobre o uso de EPIs para lidar com a situação.

Ainda existem os perigos de exposição à radiação não-ionizante e à força excessiva/postura inadequada quando dos trabalhos de limpeza. Tais riscos são menores, porém não desprezíveis, e esforços devem ser feitos para diminuí-los, como o uso de protetor solar e de ferramentas apropriadas ao trabalho. Abaixo, seguem algumas ilustrações dos trabalhos de limpeza e descida no decantador.

Figura 30 – Descida e limpeza do decantador



Fonte: Arquivo pessoal

4.2 AJUSTE DA DOSAGEM DE COAGULANTE

A planilha APR, Figura 23, mostra que os tipos de risco de maior nível (NR = 4) são os químicos, devido ao contato do coagulante com a pele e à respiração de

névoa e/ou vapor de coagulante e cloro, e físicos, devido ao ruído provocado pelos filtros e pela queda d'água na entrada de água bruta na ETA. A exposição aos químicos decorre principalmente do fato do não uso dos EPIs disponibilizados (máscara e luvas) em um local onde a ventilação aparenta ser insuficiente. Quanto ao ruído, os protetores auriculares fornecidos são negligenciados pelos funcionários; não há uma dosimetria realizada ao longo dos anos de operação, sendo essa fundamental para a avaliação do nível de exposição a esse perigo para futuras intervenções no local visando à diminuição do barulho. Existe ainda o perigo de projeção de coagulante nos olhos, o que seria evitado caso os operadores utilizassem os óculos fornecidos. No caso das posturas inadequadas, dever-se-ia modificar o ponto de adição e ajuste do coagulante. A Figura 15, outrora referenciada, ilustra o ponto onde é feita a dosagem e ajuste dos referidos produtos.

4.3 AMOSTRAGEM DE ÁGUA NA ETA

A Figura 24, contendo a planilha APR para a atividade de amostragem de água na ETA, demonstra que os tipos de riscos de maiores níveis ($NR = 4$) são os de acidente, devido à queda em escadas mal projetadas; físico, devido ao ruído da queda d'água e filtros; e químicos, devido à respiração de névoa e/ou vapor de coagulante e cloro. Existe ainda o perigo de exposição à radiação não ionizante; picada de insetos (aranhas) e posturas inadequadas para coleta de amostra. As exposições relatadas decorrem do fato de o funcionário deslocar-se por diversos locais da ETA para efetuar as devidas coletas de amostras.

A Figura 31 ilustra uma escada mal projetada da ETA.

Figura 31 – Escada mal projetada



Fonte: Arquivo Pessoal

4.4 AMOSTRAGEM DE ÁGUA NOS POÇOS E FONTES DO INTERIOR DA CIDADE

Nesta atividade, cuja planilha APR pode ser consultada na Figura 25, o maior perigo identificado, com nível de risco 5, foi o de acidente automotivo. Esse alto nível de risco decorre do deslocamento com o veículo da prefeitura por estradas de chão batido, em velocidade acima do permitido e sem uso de cinto de segurança durante praticamente a totalidade do percurso. Os funcionários envolvidos deveriam realizar um treinamento de direção defensiva, além de seguirem as instruções de sempre utilizar o cinto de segurança e trafegar respeitando os limites de velocidades das vias.

O perigo de queda, devido a locais de amostragem de difícil acesso, teve nível de risco estimado em 4. Dever-se-ia estruturar os locais mais críticos, colocando escadas fixas ou soluções similares que facilitassem o acesso. Como os locais de amostragem por muitas vezes localizam-se dentro de áreas com bastante vegetação, pode-se encontrar insetos e cobras. Nesse caso, os operadores deveriam proteger-se com uso de EPIs como jalecos, luvas, calçados fechados e perneiras (ou botas de cano longo).

Mais uma vez, os riscos ergonômicos devido às más posturas realizadas nas amostragens está presente na avaliação do risco, bem como a radiação UVA e UVB, cuja proteção é a mesma já citada.

A Figura 32 mostra um local onde é feita a amostragem no interior.

Figura 32 – Um dos pontos de amostragem localizados no interior da cidade



Fonte: Arquivo pessoal

4.5 ABASTECIMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS NOS POÇOS E FONTES DO INTERIOR DA CIDADE

Além dos perigos relatados anteriormente no item 4.4, quais sejam, acidente automotivo, queda, picada de animais peçonhentos e picada de insetos, radiação UVA e UVB e posturas inadequadas, na operação de abastecimento de produtos químicos ocorrem os perigos classificados com nível de risco 4: projeção de coagulante ou hipoclorito de sódio nos olhos, contato de produtos químicos com a pele e respiração de névoa e/ou vapor de coagulante e/ou cloro. A proteção para os riscos de acidente e químicos citados aconteceria caso os EPIs fornecidos aos funcionários fossem utilizados. Os detalhes da planilha APR relativamente a esta atividade estão descritos na Figura 26.

4.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS

A planilha APR relativa a esta atividade – Figura 27 – demonstra que o perigo que teve o nível de risco mais elevado (NR = 5) foi a projeção de produto químico nos olhos. O nível elevado decorre do não uso dos EPIs fornecidos combinado com a periculosidade dos produtos manipulados pelos funcionários – produtos corrosivos como ácidos fortes. As principais ações recomendadas são a utilização dos EPIs, a realização de um treinamento de segurança em laboratório, além de melhorias no próprio laboratório, com a instalação de um chuveiro de emergência e de um lava-lhos.

O perigo de respiração de vapores ácidos foi classificado com nível de risco 4, decorrente da manipulação de produtos ácidos sem o uso de EPIs fornecidos e do não uso da capela disponível nas instalações laboratoriais. As recomendações para diminuição do nível de risco envolvem o uso dos equipamentos de proteção, tanto individual quanto coletivo, bem como o treinamento de segurança em laboratório.

Com nível de risco 3, foram identificados os perigos contato de produtos químicos com a pele e contaminação por micro-organismos, causados, respectivamente, pela manipulação de químicos durante as análises e pelo descarte de materiais de cultura de coliformes fecais e totais do ensaio bacteriológico. Dentre as ações recomendadas, está a aquisição de jalecos para os operadores além de treinamentos sobre os riscos envolvidos, sobre o uso dos EPIs e sobre segurança no trabalho em laboratórios.

Por fim, com nível de risco 2, foi identificado o perigo postura inadequada, cuja causa associada são as bancadas inadequadas às atividades analíticas desenvolvidas no laboratório. A ação recomendada, nesse caso, seria a adequação das bancadas tanto para o trabalho em pé quanto para o trabalho sentado.

A Figura 33 mostra o decorrer de uma análise sem o uso de EPIs.

Figura 33 – Análise laboratorial sem uso de EPI



Fonte: Arquivo pessoal

4.7 OPERAÇÃO DA ETA

A planilha APR para esta atividade, que consta na Figura 28, aponta como perigos que apresentam nível de risco mais elevado ($NR = 4$) a queda, a exposição ao ruído e a respiração de névoa e/ou vapor de coagulante e/ou cloro. O primeiro deles decorre das escadas mal projetadas; o segundo decorre do ruído causado pela queda d'água na entrada da ETA e pelos filtros de tratamento; e o terceiro é decorrente da névoa e/ou vapor de cloro presente nas instalações. A exposição a tais perigos dá-se, especialmente, pelo fato de os funcionários, ao executarem as atividades de operação da estação de tratamento, tais como abertura de válvulas, medição de nível de reservatórios e de vazão, deslocarem-se pelos diversos ambientes internos da ETA. Medidas de redução dos níveis de risco requerem ações como uso de EPIs (máscara e protetor auricular) e de EPCs (uso do corrimão ao utilizar escadas). Além disso, melhorias nas instalações, tais como a instalação de anteparo absorvedor de ruído e sistema de ventilação (natural ou artificial) contribuiriam para a diminuição do nível de risco. Treinar os funcionários e realizar

dosimetria para verificação do nível de exposição também seriam ações recomendadas.

De menor nível de risco (NR = 3 e 2) estão os perigos de picada de inseto, causado por aranhas e escorpiões, e posturas inadequadas decorrentes da manipulação de válvulas mal posicionadas ou de difícil abertura e fechamento. Para controle do risco de picada de inseto, recomenda-se uma vistoria do local antes de manipular válvulas bem como utilizar EPIs que evitem contato com aranhas e escorpiões, como o jaleco, calçados fechados e luvas. Para as questões ergonômicas, alterações no layout dos acessos bem como manutenção permanente das válvulas são as ações recomendadas para a redução desses níveis de risco.

4.8 CARREGAMENTO DE TINAS E SATURADORES

A análise da atividade de carregamento de tintas e saturadores, encontrada na Figura 29, apontou como perigos de nível de risco mais elevado (NR = 4) o contato de produtos químicos com os olhos e a respiração de produtos químicos. O trabalho manual de adição de sal ao saturador e o carregamento de coagulante às tintas com supervisão do tanque pelo operador são as principais causas para o perigo de respirar produtos químicos. O contato dos produtos químicos com os olhos decorre da manipulação desses materiais da maneira acima mencionada. Medidas corretivas têm como ações principais recomendadas a utilização de EPIs para a realização das tarefas (óculos de segurança e máscara), a instalação de lava-olhos, a melhoria da ventilação nos pontos de adição e o levantamento quantitativo com a finalidade de averiguar o nível de exposição dos operadores ao perigo de respiração de produtos químicos para programar futuras intervenções no ambiente de trabalho.

Outro risco químico, entretanto com nível menor (NR = 3), é o perigo de contato de produtos químicos com a pele, causado pela manipulação desses materiais. As ações recomendadas têm como foco a utilização de luvas, calçados fechados, a aquisição de jaleco para a realização das atividades e a instalação de um chuveiro de emergência para o caso de grande contato cutâneo.

Com nível de risco 2 foi caracterizado o risco ergonômico, cujos perigos associados são as posturas inadequadas e a força excessiva, já que os funcionários, ao abastecerem o saturador, levantam sacos de 25kg de produto em uma posição

inadequada. Como ação recomendada, sugere-se a melhoria do acesso ao ponto de adição de sal através da instalação de uma escada.

Figura 34 – Postura durante adição de sal ao saturador



Fonte: Arquivo pessoal

4.9 COMENTÁRIOS GERAIS SOBRE OS RESULTADOS

A partir dos levantamentos realizados, constantes nas planilhas de APR do presente trabalho, pode-se efetuar um cronograma para cada uma das ações recomendadas, detalhando responsáveis, prazos e recursos para execução. Contudo, a elaboração de tal cronograma foge ao escopo desta monografia.

Percebe-se que a cultura de segurança não faz parte das atividades dos operadores da ETA municipal, fato que pode ser evidenciado pelos diversos casos em que o EPI é fornecido e não é utilizado. Essa falta de comprometimento com a segurança não tem sua origem nesses funcionários, eles são, na realidade, vítimas de um sistema que não prioriza a segurança. A falta de interesse em segurança parte, na verdade, das altas cúpulas administrativas do município, o que nos leva a concluir que, para mudarmos as condições de SST em que os trabalhos são executados na ETA, primeiramente deve-se mudar a maneira como este assunto é tratado pelas grandes chefias do município.

Não existe um setor específico de SST dentro da prefeitura, não havendo, portanto, técnicos de segurança nem engenheiros de segurança efetivos do município. Há uma empresa prestadora de serviços em SST, com engenheiros e técnicos de segurança, que realiza a parte documental legal para a Prefeitura. A

abrangência de atuação da prestadora de serviços é limitada, pois os funcionários da prefeitura não recebem quaisquer instruções ou treinamentos de SST por parte empresa, como, por exemplo, a informação de a quais riscos estão expostos ou como e quando deve ser utilizado um determinado EPI, fato que pode ser observado nas diversas recomendações de ações de treinamento geradas nas planilhas APRs preenchidas no presente trabalho. Os documentos legais gerados pela empresa à prefeitura são arquivados no setor de RH municipal, sem ser fornecida, por parte da prefeitura, nenhuma informação sobre riscos aos mais interessados, os funcionários operadores do sistema de tratamento de água.

Recomenda-se que a prefeitura institua um setor próprio de Saúde e Segurança do Trabalhador, de forma que ocorra um acompanhamento próximo aos funcionários, treinando-os e orientando-os em relação às questões de SST, abrangendo não somente os funcionários da ETA, mas, sim, todo o público funcional da prefeitura.

5 CONCLUSÃO

Através da aplicação da ferramenta de Análise Preliminar de Riscos (APR), foi possível realizar um levantamento geral dos riscos - físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente - para os diversos perigos identificados, aos quais os Operadores da Estação de Tratamento de Água analisados neste trabalho estão expostos.

Os níveis de risco (NR) foram estimados para cada um dos perigos identificados. Dentre os riscos avaliados, os que devem ser prioritariamente controlados são aqueles que obtiveram, nas planilhas de avaliação de risco, o nível de risco 5, seguidos daqueles avaliados com níveis 4, 3 e 2.

Recomendações de ações de controle e sugestões de melhorias foram prescritas para cada um dos perigos identificados, sendo que, uma vez implementadas, diminuem a probabilidade e/ou a gravidade da situação indesejada, levando o risco a um nível tolerável, contribuindo, assim, para obtenção de melhores condições de Saúde e Segurança dos trabalhadores da ETA municipal.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Fábio F. de. **O método de melhorias PDCA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica de Engenharia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003, 157f.

AUGUSTO, Larissa A. **Análise da implantação da OHSAS 18001 em uma empresa de tecnologia da informação**. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013, 99f.

BARRETO, Rúbia da E. **Análise Preliminar de Perigos (APP) em projetos de arquitetura. Aplicação e teste de viabilidade da ferramenta da análise de risco**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008, 282f.

BELLONI, Diego F et. al. **Levantamento dos riscos na operação da estação de tratamento de água (ETA) no município de Campo Mourão-PR**. Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, 28 a 30 de abril de 2009. UNIOESTE, Cascavel – Paraná – Brasil. Disponível em: < [http://cac-php.unioeste.br/eventos/ctsa/tr_completo/144.pdf](http://cac.php.unioeste.br/eventos/ctsa/tr_completo/144.pdf) > Acesso em: 04/02/2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo. Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

BOTERO, Wander G. **Caracterização de lodo gerado em estações de tratamento de água: perspectivas de aplicação agrícola**. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Araraquara, 2008, 97f.

BRANCO, Samuel M.; ROCHA, Aristides A. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas**. São Paulo: CETESB, 1977.

DI BERNARDO, Luiz. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Volume I. Rio de Janeiro: ABES, 1993.

FUNASA. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

LAPA, Reginaldo P.; GOES, Maria Luiza S. **Investigação e análise de incidentes: conhecendo o incidente para prevenir**. São Paulo: Edicon, 2011.

Prefeitura de Bebedouro. **CAP 1 e ETA 1**. Disponível em: <<http://saaeb.bebedouro.sp.gov.br/home/index.php/institucional/captacao-e-tratamento>>. Acesso em: 14/02/2016

Prefeitura de Brusque. **Processos de tratamento**. Disponível em: <<http://www.samaebru.com.br/web/samae.php?id=2>>. Acesso em: 14/02/2016.

Prefeitura de Gaspar. **Inauguração da ETA IV acontece neste sábado (14)**. Disponível em: <http://www.samaegaspar.com.br/noticias_detalhe.php?id_noticia=783>. Acesso em: 14/02/2016.

Prefeitura de Pelotas. **Tratamento**. Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/tratamento/>>. Acesso em: 14/02/2016

SANTOS, Marília D. **Levantamento de riscos ambientais para implantação de medidas para promoção da saúde e segurança dos servidores do Tribunal de Contas do Estado**. Monografia (Especialização em Gestão Pública e Controle Externo). Escola Superior de Gestão e Controle *Francisco Juruena* – Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008, 60f.

SILVA, Vanessa F. **Análise de risco na construção – guia de procedimentos para gestão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto. 2012. 127f.

USP. Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina eST-102/STR-102 – Legislação e Normas Técnicas**. São Paulo: USP, 2014.

USP. Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina eST-701/STR-701 - Gerência de riscos**. São Paulo: USP, 2015.

VIANA, Marla G. P.; ALVES, Cacilda S.; JERÔNIMO, Carlos E. de M. Análise preliminar de riscos na atividade de acabamento e revestimento externo de um edifício. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** v.14, n.3, mai-ago. 2014, p.3289-3298.

VIANNA, Marcos R. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água**. 4.

ed. Belo Horizonte: Imprimatur, 2002.